Mus.th.
7321

Mus. th. 7321

HAROLD REEVES
Books & Music
LONDON, England

<36623860600017

<36623860600017

Bayer. Staatsbibliothek

Das Wissenschaftliche

der

Fortepiano-Baukunst

von

Carl Kützing.

Mit 6 Kupfertafeln.

Bern, Chur und Leipzig.
Verlag und Eigenthum von J. F. J. Dalp.

1844.

B S B
MÜNCHEN

34/01/401

9,2

Inhalt.

Seite
Vorbemerkungen 1

Erster Abschnitt.

Ueber die Saite und ihre Anwendung beim Fortepiano.

§. 1. Seite
Schwingungen der Saite 9
§. 2.
Ursache der Höhe und Tiefe der Töne und Berechnung der Temperatur 10
§. 3.
Nebentöne, welche beim Erklingen einer Saite statt finden können 17
§. 4.
Verhältnisse der Töne bei verschiedener Länge, Dicke und und Spannung der Saiten 19
§. 5.
Berechnungen der Saitenlängen für das Fortepiano . 25

Vierter Abschnitt.

Zeichnung der Pläne und Verfertigung der Modelle.

§. 23.

Seite

Bestimmung des Raumes, welchen die Saiten bei einem Tafelpiano nöthig haben 83

§. 24.

Bestimmung der Hammerlinie 84

§. 25.

Eintheilung der Claviatur 85

§. 26.

Verfertigung der Modelle 86

§. 27.

Die Schränkung der Saiten 88

§. 28.

Berücksichtigung einiger Vortheile für den Resonanzboden beim Planzeichnen 89

§. 29.

Planzeichnung des Flügels 91

§. 30.

Einige Bemerkungen über die Lage und Befestigungsart des Saitenhalters beim Flügel 91

§. 31.

Einiges über den Mechanismus der Dämpfung dieser Bauart 92

§. 32.

Eine andere Construction des Flügels 92

Seite

§. 33.

Das Pianino 93

§. 34.

Das Piano-droit 94

Fünfter Abschnitt.

Ueber die Ausarbeitung der Instrumente.

§. 35. Seite

Einige Bemerkungen über Regulirung der Mechanik . 95

§. 36.

Die Hammerköpfe, ihre Belederung und Egalisation . . 99

Einiges über die gehärteten Stahlsaiten des Herrn Pierre Sanguinède 101

Druckfehler.

Seite 4, Zeile 10 von oben, lies e^2 statt e^3.
„ 43, Spannung für Nr. 12, anstatt 25,78 l. 35,78.
„ 50, Zeile 10 von unten, anstatt 70,90 l. 74,90.
„ 66, „ 12 „ „ „ §. 12 l. §. 13.
„ 74, „ 4 von oben, „ §. 12 l §. 14.
„ 84, „ 13 von unten, „ §. 19 l. §. 20.

Vorbemerkungen.

Seit dem Erscheinen meines Handbuches der Fortepiano-Baukunst sind bereits eilf Jahre verflossen. Während dieser Zeit ist Manches, was man zur Zeit der Herausgabe für gut und vollkommen hielt, theils noch mehr vervollkommt, theils als gänzlich unbrauchbar bei Seite gesetzt worden. Es ist sehr natürlich, daß eine Sache, welche noch der Vervollkommnung fähig ist, sich im Laufe der Zeit verändern muß, und damit auch diejenigen Grundsätze, welche jeweilen die Praxis als unzulänglich erkannt und verworfen hat.

Die Fortepianos jener Zeit stehen an Vollkommenheit den jetzigen weit nach, und somit wird es sehr begreiflich, wenn Herr Professor Töpfer in seiner Schrift über den Saitenbezug sagt: daß sich gegen den Grundsatz, welchen ich für die Verhältnisse der Saitenlängen, in meinem Handbuche der Fortepiano-Baukunst aufstelle, von

BSB MÜNCHEN

Seiten der Praxis sehr erhebliche Einwendungen machen lassen. Das ist nun sehr wahr, und ich füge noch hinzu: daß jener litterarische Versuch für den gegenwärtigen Zustand der Fortepiano-Baukunst, mit sehr geringen Ausnahmen, fast ganz unbrauchbar geworden, ungeachtet er bei seinem Erscheinen manchen meiner Kunstverwandten nützlich gewesen sein mag. Die über meine Erwartung gute Aufnahme, welche dieser Versuch ungeachtet seiner Mängel fand, und die rühmliche Erwähnung desselben in verschiedenen Zeitschriften, überzeugten mich von dem Bedürfniß eines solchen Werkchens. Ermuthigt dadurch, hätte ich gerne schon früher Hand an seine Umarbeitung und Vervollkommnung gelegt, wenn die mir so kärglich zugemessene Zeit es gestattet hätte.

Eine Menge Zeit raubender Versuche kostete es mich, bevor ich zu denjenigen Resultaten gelangte, welche in gegenwärtigem Werkchen niedergeschrieben sind, namentlich in Betreff der Saite, und wie diese eigentlich beim Fortepiano-Bau betrachtet werden muß.

Vieles ist zwar über Saitenschwingungen in Lehrbüchern der Akustik, Physik und manchen gelehrten Abhandlungen geschrieben. Diese Beschreibungen sind aber von praktischer Seite betrachtet ganz werthlos. Die einzige Schrift, welche für den Fortepiano-Bau einiges Interesse hat, ist die von Herrn Professor Töpfer vor Kurzem erschienene. Die darin enthaltenen Mensuren, wenn gleich für den Zustand der neuesten Fortepiano-

Baukunst nicht ganz passend, sind mit vieler Genauigkeit berechnet.

Um Herrn Professor Töpfers Wunsch, eine Prüfung seiner Ansichten, Grundsätze und Resultate über diesen Gegenstand zu entsprechen, will ich hier kürzlich Einiges davon erwähnen.

In frühern Zeiten galt der Grundsatz: „Wenn die „Saite im Diskant zu dick genommen wird, so ist der „Klang derselben mit einem Pochen begleitet, welches „sich beim schwächern Bezuge verliert.“

Bei der Anwendung gußeiserner Saitenhalter kann man viel dickere Saiten für die höheren Töne anwenden, und sie werden bei einer soliden und exakten Bearbeitung der mit ihnen in Berührung stehenden Theile niemals pochen, sondern klingen.

Offenbar ist der Bezug für die obern Töne bei Herrn Töpfer zu schwach, und fühlbar wird dieses bei der Ausführung noch dadurch, daß nicht Saiten von allen von ihm berechneten Durchmessern zu haben sind. Es müssen z. B. von f^4 an doch wenigstens vier Töne mit einer und derselben Nummer bezogen werden, d^4 hat also noch dieselbe Dicke, wird aber (weil die Saitenlängen sich nicht umgekehrt, wie die Schwingungszahlen, verhalten) nicht die angegebene Spannung von 1352 Loth, sondern noch etwas weniger als $f^4 = 1295$ Loth erhalten; cis^4 wird wieder, wenn man dafür einen passenden Durchmesser findet, 1372 Loth Spannung für jede Saite

erhalten. Diese Produkte für ein zweisaitiges Piano verdoppelt, geben für d^4 (ohne die durch die Mensur sich herausstellende Differenz) anstatt 2704 Loth nur 2590 und für cis^4 2744 Loth Spannung. Bei einem dreisaitigen Bezug ist also die Differenz noch größer.

Dieses Mißverhältniß in der Spannung ist nun bei der Ausführung unvermeidlich und fällt bei einem schwachen Bezug mehr ins Gehör als bei einem starken.

Untersuchen wir weiter den Uebergang vom dreisaitig bezogenen Ton f^2 zu den zweisaitig bezogenen e^3, so ergibt sich wieder eine Differenz in der Spannung, die, wenn wir annehmen, daß die Saitennummern hier wechseln und gis^2 g^2 fis^2 f^2 mit einerlei Nummern bezogen werden, und auf f^2 die volle Spannung des gis^2 übertragen, unstreitig zu sehr ins Gehör fallen wird; f^2 hat demnach $3 \times 175 = 45262$ Loth, und e^2 $2 \times 1858 = 3716$ Loth, f^2 ist also mit 1546 Loth stärker gespannt als e^2, ohne den kleinen Unterschied, welchen die Mensur schon von selbst herbei führt. Dieser Unterschied der Spannung hat zur Folge, daß die Klangstärke des Tones e^2 schwächer ausfällt, als die Klangstärke des Tones f^2. Gehen wir nun von den zweisaitigen Cis_0 zu den einsaitigen C_0 über, so finden wir Cis_0 mit $3092 \times 2 = 6184$ Loth, C_0 mit 3119 Loth gespannt. Dieser Unterschied ist offenbar zu groß, und die Klangstärke des Tones Cis_0 wird viel stärker ausfallen, als die Klangstärke des C_0.

Ferner nimmt Hr. Prof. Töpfer die Entfernung des Hammeranschlags bei dem schwachen Bezug zu $^1/_{10}$, und

bei dem stärkern zu $\frac{1}{9}$ der ganzen Saitenlänge an. Die Gründe, warum ich ein so kurzes Verhältniß des Anschlags nicht billigen kann, wird man in der Folge deutlicher auseinandergesetzt finden.

Was nun das Material der tiefern Saiten betrifft, so wendet Hr. Prof. Töpfer noch Messingsaiten an, die bekanntlich den Nachtheil haben, daß sie sich bei Veränderungen der Temperatur mit den Stahlseiten nicht gleichmäßig ausdehnen und zusammenziehen, wodurch das Instrument in den tiefern Tönen immer eher verstimmt wird.

So kann ich auch niemals anrathen, wie Hr. Töpfer, für die tiefern Töne andere als Gußstahlsaiten anzuwenden, es sei denn bei einer sehr kurzen Mensur, wie bei Pianinos, wo die Contratöne, ungeachtet aller angewandten Mittel, immer unvollkommen ausfallen.

Ich hoffe, daß diese Anmerkungen, die ich mir über Hrn. Prof. Töpfers Arbeit erlaube, nicht mißdeutet werden. Ich kenne die Schwierigkeiten, die eine solche Arbeit darbietet, zu gut, und erkenne das darin enthaltene Gute dankbar an. Ich glaube diese Bemerkungen zum Vortheil der Fortepiano-Baukunst, welcher doch Hr. Prof. Töpfer durch seine Schrift Vorschub leisten will, machen zu sollen, und bedauere nur, daß Hr. Prof. Töpfer nicht genugsam mit dem praktischen Baue sowohl, wie mit den neuesten Leistungen der Fortepiano-Baukunst bekannt ist, und namentlich mit den Parisern, Londonern und hauptsächlich mit den amerikanischen

Leistungen. Wenn gleich letztere hinsichtlich der Saitenmensuren (womit es die Amerikaner nicht so genau nehmen) den Parisern und Londonern nachstehen, so verdienen sie doch hinsichtlich ihrer Construction Nachahmung, und namentlich die bessern Newyorker Sqares, sogenannten French action pianofortes, welche die Bostoner, die nach englischer Art gebaut sind, übertreffen.

Man ist sehr im Irrthum, wenn man glaubt, daß die Menge deutscher Pianos, welche bereits nach Amerika geliefert wurden, ein Maßstab der Vortrefflichkeit derselben sei. Der größere Theil derselben wird ja selbst in Deutschland als die schlechteste Arbeit betrachtet, und von deutschen Händlern und Musiklehrern nur wegen der Wohlfeilheit nach Amerika bezogen, um Gewinn zu machen. Eine Anzahl dieser erbärmlichen *Chaudrons* geht, wie ich mich selbst überzeugt habe, schon zu Grunde, ehe sie an den Ort ihrer Bestimmung gelangt, und bedarf einer Reparation, die mehr kostet, als das Instrument werth ist. Hierdurch wird erklärbar, warum der Amerikaner die deutschen Pianos so sehr verachtet. Der ächte *Yankee* kauft kein ausländisches Instrument, er liebt den Luxus und schon die europäische Art, die Instrumente mit Schellackpolitur zu poliren, hält ihn vom Kaufe ab, selbst wenn das Instrument gut wäre.

Die amerikanischen Pianos sind von dem schönsten Holz und geschmackvoll gearbeitet, mit fettem Copalfirniß lackirt, wodurch die Farbe des Holzes feuriger und der

Glanz viel schöner und dauerhafter, als von der Schelllackpolitur wird.

Nicht allein wegen der Schönheit und Dauerhaftigkeit des äußern Ansehens verdiente diese Manier allgemeine Nachahmung, sondern auch hauptsächlich deßhalb, weil der Lack das Holz gegen den Einfluß der Witterungsveränderungen unempfindlicher macht, und dadurch auch zur Haltbarkeit der Stimmung mit beiträgt.

Es wird dadurch wohl erklärbar, warum selbst die sonst sehr schön gearbeiteten Pianos von Herrn Pape in Paris, so wie alle englischen Pianos, die doch weit besser sind als diejenigen, die aus Deutschland durch gewinnsüchtige Händler bezogen wurden, in Amerika kein Glück machen konnten.

Wien hat längst aufgehört, die Schule der Fortepiano-Baukunst zu sein, und kann sich kaum mit den übrigen Deutschlands messen. Deutschland, wo das Fortepiano erfunden wurde und welches dem Auslande die ausgezeichneten Fortepianospieler, und den Fortepianomanufakturen die tüchtigsten Arbeiter liefert, wird sich hoffentlich bald auch dem Auslande hinsichtlich des Fortepiano-Baues an die Seite stellen können und die alte Wiener Manier zu vergessen suchen.

Im vorliegenden Buche habe ich den Wiener Mechanismus deswegen nicht erwähnt, weil er hinter der Zeit liegt, folglich durch Beschreibung desselben der Fortepiano-Baukunst im bessern Sinne des Wortes kein Vorschub geleistet wird.

Daß ich bei meinen Rechnungen das französische metrische Maß und Grammengewicht angenommen habe, wird man mir hoffentlich eher danken als tadeln, indem sich die Rechnung viel leichter und bequemer ausführen läßt. Dasselbe hoffe ich auch von der Bezeichnungsart der Töne, wo ich die Buchstaben nach Hrn. Professor Töpfers Methode, anstatt mit Strichen, mit Zahlen ver-verſehen habe.

Erster Abschnitt.

Ueber die Saite und ihre Anwendung beim Fortepiano.

---

§. 1.

Schwingungen der Saite.

Faßt man eine gespannte Saite Fig. 1 genau in ihrer Mitte und reißt sie aus ihrer ruhigen Lage, so daß sie einen gleichschenklichen Winkel a c b beschreibt, so wird sie auch bei ihren Schwingungen auf der entgegengesetzten Seite dieselbe Ausbiegung zeigen, und das Saitenbild wird dem Auge gleichseitig erscheinen. Anders erscheint das Saitenbild, wenn die Saite in c Fig. 2 gerissen wird. Die Winckelspitze erscheint dann auf der entgegengesetzten Seite bei d.

Dem Saitenbilde nach muß also die Ausbiegung c durch Zurückschnellen längs der Saite nach d übertragen und von da wieder zurückgeworfen werden.

Von diesem interessanten Vorgang kann man sich an einem langen, gespannten Seile genauer überzeugen. Geschieht ein Schlag, oder Stoß, nahe an einem der befestigten Punkte, so werden die den andern Befestigungspunkten nahe liegenden Theile so lange in Ruhe

bleiben, bis der Stoß zu ihnen gelangt; hält man eine Hand in die Nähe eines der Befestigungspunkte, so empfängt man bei jeder Ankunft einer solchen Ausbiegung einen heftigen Stoß. Denken wir uns nun dieses Seil als eine Saite, seine Auflagspunkte als Stege, und den einen Steg mit einem Resonanzboden verbunden, so können wir uns die Uebertragung der Saitenschwingungen auf den Resonanzboden am besten versinnlichen. So oft der Stoß die Saite durchlaufen hat und auf den Steg des Resonanzbodens wirkt, wird eine Wirkung auf den Resonanzboden geschehen, und, je nach der Summe der Stöße, welche in einer gewissen Zeit erfolgen, wird ein höherer oder tieferer Ton erscheinen.

Einige Akustiker stellen auf, daß die Schwingungen einer Saite nicht isochronisch sein könnten, d. h. sie müßten bei größern Excursionen in langsamern Zeiträumen geschehen, als bei kleinern. Den Beweis sind sie uns aber, wie natürlich, schuldig geblieben.

Wenn wir bedenken, daß eine schwingende Saite bei größern Excursionen in größere Spannung kommt, daß aber größere Spannung der Saite auch größere Schnellkraft hervorbringt, und dadurch größere Raschheit der Bewegung: so wird man natürlich finden, daß größere Excursionen mit kleinern gleiches Zeitmaß halten, indem Schnelligkeit der Excursionen und räumliche Ausdehnung derselben mit einander steigen und fallen.

§. 2.

Ursache der Höhe und Tiefe der Töne und Berechnung der Temperatur.

Die Höhe und Tiefe eines Tones hängt von der Anzahl der Schwingungen ab, welche in einer gewissen

Zeit erzeugt werden. Je kürzer die Zeiträume sind, in welchen die Schwingungen hintereinander folgen; desto höher erscheint der Ton; je länger die Zeiträume sind, desto tiefer ist er. Es gibt aber Gränzen, über welche hinaus das menschliche Ohr die Schwingungen, ungeachtet ihrer Stärke, wenn sie zu langsam oder zu schnell geschehen, nicht mehr wahrnehmen kann. Die Gränze der Wahrnehmung ist nicht bei jedem Individuum gleich. Mancher Mensch vernimmt höhere Töne leichter als tiefere, und so auch umgekehrt.

Cagnard de la Tour erfand einen, unter dem Namen Sirene bekannten akustischen Apparat, durch welchen man Luftschwingungen in beliebiger Geschwindigkeit erzeugen kann. Die Einrichtung desselben ist folgende: Ein cylindrischer Kasten von Messing a Fig. 25, welcher ungefähr einen Zoll Höhe und etliche Zoll im Durchmesser hat, ist unten mit einer Röhre b versehen, die mit einem Blasebalg in Verbindung gebracht wird; die obere Fläche des Kastens ist sehr eben und glatt polirt und hat im Kreise herum zehn Oeffnungen in gleicher Entfernung. Auf diesem Kasten ist eine Kreisscheibe angebracht, welche eben so viel Löcher als der Kasten hat, und genau auf dieselben passen. Diese Scheibe dreht sich um die Achse c. Am obern Ende der Achse befindet sich eine Schraube ohne Ende, in welche ein Rad mit hundert Zähnen eingreift. Dieses Rad stößt bei jedesmaliger Umdrehung ein zweites Rad mit zehn Zähnen um einen Zahn fort. Die beiden Räder sind mit Zeigern versehen; auf erstern sind die Umgänge der Scheibe durch Striche und Zahlen bemerkt, auf letztern die Umgänge des erstern Rades. Beide Räder lassen sich durch die Knöpfe d und e, welche gestoßen werden, mit der Schraube ohne Ende in Verbindung bringen, und wieder entfernen; d dient zum Eingreifen der Räder, e zum Entfernen.

Zu bemerken ist noch, daß die Oeffnungen, durch welche der Wind entweicht, schräg laufen, wie Fig. 26 zeigt, und diejenigen in den Scheibe gegen die andern des Kastens geneigt sind, so daß der Rotation der Scheibe blos durch den Wind bewirkt werden kann. Ein stärkerer Druck auf den Blasebalg vermehrt, wie stärkerer Luftzug, bei den Ventilatoren die Geschwindigkeit der Umdrehung.

Wird nun der Apparat durch den Blasebalg mit gepreßter Luft gefüllt, so daß die Scheibe sich schnell umdreht, so entweicht jederzeit, wenn die Löcher aufeinander treffen, Luft aus dem Kasten; dagegen wird sie zurück gehalten, sobald die Löcher gedeckt sind. Dieses fortgesetzte Spiel erzeugt nun einen Ton, und zwar einen tiefen, wenn die Scheibe langsam, und einen hohen, wenn sie schnell rotirt.

Mit diesem Apparat kann man jede beliebige Tonhöhe hervorbringen, und die jedem Tone zukommende Anzahl Luftstöße oder Schallwellen für eine Sekunde auf folgende Art finden: Man setzt den Blasebalg in Bewegung und vermehrt den Druck so lange, bis der Ton des Apparates mit dem gegebenen Tone, von dem man die Anzahl Luftstöße wissen will, im vollkommenen Einklange erscheint. Sobald dieses Statt findet, stößt man den Knopf d nach innen, damit das Rad in die Schraube ohne Ende eingreifen kann. Zu gleicher Zeit muß aber auch ein Chronometer in Bewegung gesetzt werden, um die Zeit zu messen. Hat man nun ein oder zwei Minuten lang das Spiel mit Genauigkeit fortgesetzt, so hält man den Chronometer, und zu gleicher Zeit durch Hineinstoßen des Kopfes c die Räder an, damit die Zeiger stehen bleiben. Jetzt kann man an den Zeigern abzählen, wie viel Umgänge die Scheibe gemacht hat, und durch Rechnung leicht die diesem Tone für eine

Sekunde zukommenden Luftstöße finden. De Latour fand vermittelst dieses Apparats folgende Resultate:

427	Stöße in einer Sekunde geben den Ton	a^1
477	— — — — —	h^1
511	— — — — —	c^2
567	— — — — —	d^2
630	— — — — —	e^2
675	— — — — —	f^2
765	— — — — —	g^2
855	— — — — —	a^2
955	— — — — —	h^2
1023	— — — — —	c^3
1125	— — — — —	d^3

Den höchsten Ton, welchen man auf dem Pianoforte hervorbringen und noch einigermaßen stimmen kann, ist das c^5, welches in einer Sekunde ungefähr 8448 Schwingungen macht, und 4224 Stöße auf den Resonanzboden ausübt. Alle Versuche, dieses c^5 so vollkommen als das f^4 auf dem Fortepiano hervorzubringen, sind bis jetzt gescheitert. Der Klang schwindet mit der zunehmenden Höhe, eben so wie mit der zunehmenden Tiefe des Tones *).

Der tiefste Ton, von welchem man beim Fortepiano-Bau Gebrauch macht, ist das contra C. Die Saite macht in einer Sekunde ungefähr 66 Schwingungen,

*) Man sollte der Vollkommenheit wegen den Umfang des Fortepianos auf 6 Oktaven beschränken. Alle Töne, welche über das f^4 und unter das F_1, gehen, tragen den Stempel der Unvollkommenheit zu deutlich, und sind nichts weniger als angenehm für das Ohr. Die Herren Componisten sollten sich mehr um die Natur der Töne bekümmern, als um den Tastenumfang, die Folgen davon würden sein, daß wir vollkommenere Pianos hätten.

und diese üben 33 Stöße auf den Resonanzboden aus. Es läßt sich noch deutlich hervorbringen, so daß man es (bei einem guten Instrumente) leicht stimmen kann.

Bei zwei Tönen, wovon der eine um eine Oktave höher klingt, ist die Dauer einer Schwingung des tiefern Tones doppelt so lang als die des höhern. Das Verhältniß in Zahlen ausgedrückt ist also wie 1 : 2. Werden nun zwischen 1 und 2 noch 11 Glieder nach den Gesetzen einer geometrischen Reihe eingeschaltet, so erhalten wir die Schwingungsverhältnisse der Töne innerhalb einer Oktave.

Mit Logarithmen ist diese Rechnungsart am bequemsten, und die Töne werden durch die Glieder der folgenden geometrischen Progression ausgedrückt:

$$1 : \sqrt[12]{2} : \sqrt[12]{2^2} : \sqrt[12]{2^3} : \sqrt[12]{2^4} : \sqrt[12]{2^5} : \sqrt[12]{2^6} : \sqrt[12]{2^7} : \sqrt[12]{2^8} : \sqrt[12]{2^9} : \sqrt[12]{2^{10}} : \sqrt[12]{2^{11}} : 2.$$

Diese Werthe berechnet, geben in relativen Schwingungsverhältnissen, wenn wir c = 1 setzen,

für	c	1,00000
„	cis oder des . .	1,05946
„	d	1,12246
„	dis oder es . .	1,18921
„	e	1,25992
„	f	1,33481
„	fis oder ges . .	1,41421
„	g	1,49831
„	gis oder as . .	1,58740
„	a	1,68179
„	ais oder b . .	1,78180
„	h	1,88775
„	c	2,00000

Kennt man die Höhe der Stimmung, d. h., das a^1, wonach gewöhnlich gestimmt wird, genau, so kann man die, jedem Tone zukommenden absoluten Schwingungen

leicht berechnen. Nach Scheibler's angestellten Versuchen (welche wohl die richtigsten sein mögen) weicht die Stimmung der existirenden a¹ bedeutend ab; das tiefste macht in einer Sekunde 850 und das höchste 890 Schwingungen. Also eine Differenz von 40 Schwingungen per Sekunde, was beinahe einen halben Ton ausmacht.

Wie unangenehm dieses für den Instrumentenbau ist, sieht Jeder leicht ein.

Nachstehende Schwingungszahlen können also für eine ziemlich hohe Stimmung gelten:

Das C_1	macht	in einer Sekunde	66,0	Schwingungen
Cis_1	"	"	69,9	"
D_1	"	"	74,0	"
Dis_1	"	"	78,5	"
E_1	"	"	83,1	"
F_1	"	"	88,1	"
Fis_1	"	"	93,3	"
G_1	"	"	98,9	"
Gis_1	"	"	104,7	"
A_1	"	"	111,0	"
B_1	"	"	117,6	"
H_1	"	"	124,6	"
C_0	"	"	132,0	"
Cis_0	"	"	139,8	"
D_0	"	"	148,1	"
Dis_0	"	"	157,0	"
E_0	"	"	166,3	"
F_0	"	"	176,2	"
Fis_0	"	"	186,7	"
G_0	"	"	197,8	"
Gis_0	"	"	209,5	"
A_0	"	"	222,0	"
B_0	"	"	235,2	"
H_0	"	"	249,2	"

Das c^0	macht in einer	Sekunde	264,0	Schwingungen
cis^0	„	„	279,7	„
d^0	„	„	296,3	„
dis^0	„	„	314,0	„
e^0	„	„	332,6	„
f^0	„	„	352,4	„
fis^9	„	„	373,4	„
g^0	„	„	395,6	„
gis^0	„	„	419,1	„
a^0	„	„	444,0	„
b^0	„	„	470,4	„
h^0	„	„	498,4	„
c^1	„	„	528,0	„
cis^1	„	„	559,4	„
d^1	„	„	592,7	„
dis^1	„	„	628,0	„
e^1	„	„	665,3	„
f^1	„	„	704,8	„
fis^1	„	„	746,8	„
g^1	„	„	791,2	„
gis^1	„	„	838,2	„
a^1	„	„	888,0	„
b^1	„	„	940,8	„
h^1	„	„	996,8	„
c^2	„	„	1056,0	„
cis^2	„	„	1118,8	„
d^2	„	„	1185,4	„
dis^2	„	„	1256,0	„
e^2	„	„	1330,6	„
f^2	„	„	1409,6	„
fis^2	„	„	1493,6	„
g^2	„	„	1582,4	„
gis^2	„	„	1676,4	„
a^2	„	„	1776,0	„
b^2	„	„	1881,6	„

Das h^2	macht in einer	Sekunde	1993,6	Schwingungen
c^3	„	„	2112,0	„
cis^3	„	„	2237,6	„
d^3	„	„	2370,8	„
dis^8	„	„	2512,0	„
e^3	„	„	2661,2	„
f^3	„	„	2819,2	„
fis^3	„	„	2987,2	„
g^3	„	„	3164,8	„
gis^3	„	„	3352,8	„
a^3	„	„	3552,0	„
b^3	„	„	3763,2	„
h^3	„	„	3987,2	„
c^4	„	„	4224,0	„
cis^4	„	„	4475,2	„
d^4	„	„	4741,6	„
dis^4	„	„	5024,0	„
e^4	„	„	5322,4	„
f^4	„	„	5638,4	„
fis^4	„	„	5974,4	„
g^4	„	„	6329,6	„

Bei der Berechnung einer Saitenmensur für Fortepianos thut man wohl, die höchste Stimmung anzunehmen, damit wenn das Instrument zu irgend einem Orchester gestimmt werden soll, die Saiten nicht zerreißen.

§. 3.

Nebentöne, welche beim Erklingen einer Saite statt finden können.

Die längern Saiten lassen häufig neben ihrem Grundtone noch eine Beimischung von höhern Tönen hören. Oefters vernimmt man sehr deutlich neben dem Grundtone die Oktave, Quinte oder Terze u. s. w., kurz alle möglichen Tonstufen bis zur völligsten Dissonanz.

Bei dieser Erscheinung theilt sich die Saite in mehrere gleiche Theile, von denen jeder für sich besonders schwingt, während die Endpunkte dieser Theile in Beziehung auf diese Schwingungen fest bleiben.

Es sei z. B. Fig. 3 a b eine gespannte Darmsaite. Ihr Grundton wird erscheinen, wenn man sie in passender Entfernung vom Ende mit den Bogen streicht. Berührt man sie aber leise in der Mitte c, so erscheint der Ton eine Oktave höher, und beide Theile a c und c b schwingen in gleicher Zeit jeder für sich besonders. Den festen Punkt c nennt man einen Schwingungsknoten. Dergleichen Schwingungsknoten können mehrere an einer Saite statt finden.

Bei 2 Schwingungsknoten oder 3 für sich schwingenden Theilen der Saite erscheint ein Ton, welcher um eine Oktave und eine Quinte höher ist als der Grundton. Um diesen Ton hervorzubringen, hat man nur nöthig, irgend einen der Schwingungsknoten leise zu berühren und die Saite an einem schwingenden Theile zu streichen. Berührt man z. B. die Stelle c Fig. 4 mit dem Finger und streicht in der Gegend e, so zeigt sich bei d ebenfalls ein Schwingungsknoten.

Bei drei Schwingungsknoten, oder vier gleichen Theilen, klingt der Ton um zwei Oktaven höher als der Grundton. Theilt man die Saite in noch mehrere Theile, so wird man immer Töne erhalten, die diesen Theilen entsprechen. Gibt z. B. eine Saite als tiefsten Ton C, so gibt sie, je nach ihrer verschiedenen Eintheilung in für sich besonders schwingenden Theile folgende Töne an:

Theile	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Töne	C_0	c^0	g^0	c^1	e^1	g^1	b^1	c^2	d^2	e^2	f^2	g^2	a^2	b^2	h^2	c^3
							ein wenig tiefer.				ein wenig höher.		ein wenig tiefer.			

Diese Reihe läßt sich noch weiter fortsetzen.

Alle diese Töne können nun auch mehr oder weniger neben dem Grundton zugleich erklingen *), und wer nur einigermaßen ein Fortepiano mit Aufmerksamkeit beobachtet, wird an den tiefern, und namentlich an den unübersponnenen Saiten, wenn diesen die erforderliche Spannung fehlt, solche höhere Töne neben dem Grundton vernehmen, die öfters sehr scharf hervorstechen. Durch ein sehr leichtes Ueberspinnen der Saiten kann diese unangenehme Erscheinung beseitigt werden.

§. 4.

Verhältnisse der Töne bei verschiedener Länge, Dicke und Spannung der Saiten.

Verkürzt man eine gespannte Saite, so wird ihr Ton in steigendem Verhältniß mit der Verkürzung höher. Läßt man z. B. die Hälfte einer Saite schwingen, so klingt ihr Ton um eine Oktave höher; ihre Schwingungen sind dabei doppelt so schnell, als wenn sie in ihrer ganzen Länge schwingt. Verkürzt man sie um $\frac{1}{3}$, so daß noch $\frac{2}{3}$ derselben schwingen, so wird der Ton um eine Quinte erhöht, und die Schnelligkeit ihrer Schwingungen wird von 1 auf $1\frac{1}{2}$ steigen.

Hieraus geht hervor, daß sich die Anzahl der Schwingungen an gleich gespannten Saiten verhält, wie umgekehrt ihre Längen.

Wird eine Saite nach und nach höher gespannt, so werden ihre Schwingungen mit der Zunahme der Span-

*) Man nennt diese Töne auch Beitöne, Flageolettöne, harmonische Töne, Falsettöne, Theiltöne, Partialtöne, Aliquottöne, und vielleicht haben sie noch mehr Namen, also genug zur Auswahl. Wir wollen hier den für unsern Zweck passenden Namen Nebentöne wählen, nämlich weil diese Töne uns als ein Nebenprodukt des Grundtones erscheinen.

nung immer schneller, der Ton wird in diesem Falle also höher. Mit der Zunahme der Geschwindigkeit der Schwingungen nimmt aber auch zu gleicher Zeit die Klangstärke zu, eine Erfahrung, welche man beim Instrumentenbau täglich macht, denn jedes Saiteninstrument klingt bei höherer Stimmung stärker und zu gleicher Zeit auch reiner, als wenn es tiefere Stimmung hat.

Eine Saite muß, wenn sie rein klingen soll, eine ihrer Dicke angemessene Spannung erreicht haben, deshalb klingt sie, wenn sie bis nahe zum Zerreißen gespannt ist, am stärksten und reinsten. Jedoch findet sich noch häufig daß Saiten auch bei starker Spannung unrein klingen, was aber einen besondern Grund hat, von welchem später die Rede sein wird.

Setzt man den Ton, welchen eine Saite angibt, $= 1$, und drückt die Kraft, welche die Saite spannt, durch Gewicht aus, und setzt dieses ebenfalls $= 1$; und will man nun durch vermehrte Spannung die Töne, welche mit den Zahlen 2, 3, 4.... übereinkommen, erhalten, so muß die Saite durch die Gewichte 2^2, 3^2, 4^2 ... gespannt werden.

Es verhalten sich also die spannenden Gewichte bei gleichen Saitenlängen, wenn der Unterschied der Töne eine Oktave beträgt, wie 1:4, bei der Quinte wie 4:9, bei der Quarte wie 9:16 u. s. w., und die Schwingungszahlen wie die Quadratwurzeln der spannenden Gewichte.

Bekanntlich hält eine dickere Saite mehr Spannung aus als eine dünnere, und da nun, wie schon erwähnt wurde, die Klangstärke mit der Spannung zugleich wächst, so ist auch der Klang einer gleich langen aber dickern Saite, die auf den gleichen Ton gestimmt ist, stärker, als der einer schwachen.

Dieses gleichzeitige Fortwachsen der Klangstärke mit der stärkern Spannung, und also mit der Dicke der Saite, bleibt aber innerhalb gewisser Gränzen und findet so lange statt, bis die Dicke im Verhältniß zur Länge so herangewachsen ist, daß die Elastizität dadurch zu stark abnimmt.

Man ist sehr im Irrthum wenn man glaubt, eine dickere Saite, weil sie durch eine größere Kraft gespannt werden muß, hätte auch deshalb in ihren einzelnen Theilen größere Spannung als die dünnere. Denn da jene eine größere Durchschnittsfläche hat als diese, so steht hier dem Zuge eine ungleich größere Menge cohärirender Theilchen entgegen, und er vertheilt sich auch dadurch viel mehr als bei der dünnern Saite. (Daß die Theilchen der Oberfläche einer Saite größere Cohäsionskraft haben als die innern, braucht hier nicht in Betracht gezogen zu werden.) Wenn daher von gleicher Spannung verschiedener Saiten die Rede ist, so kann nur damit gemeint sein, daß die spannenden Kräfte dieselben sind.

Halten wir nun diesen Begriff von Spannung fest und denken wir uns in c Fig. 2 eine Schwingungsveranlassung, z. B. durch Anprallen eines Hammers entstanden, die längs der Saite bis nach b fortwirkt. Hier hängt die Geschwindigkeit, mit welcher sich die Wirkung des Hammerstoßes durch die Saite erstreckt, einerseits von der Spannung und andrerseits von der Länge der Saite ab, indem einerseits die der Saite durch die Spannung gegebene Energie, andrerseits der Weg, den die Wirkung zu vollenden hat, dafür maßgebend sind.

Bleibt die Spannung gleich, wird aber die Saite verlängert, so gelangt die Wirkung des Hammerstoßes um so viel später zum Ende der Saite. Das jeweilen aus der

Reaction entstehende Ueberschwellen der Saite nach der gegen überliegenden Seite, wird demnach verhältnißmäßig länger ausbleiben, und folglich die Stöße auf die Endpunkte der Saite im gleichen Verhältniß verspätet werden. Das Umgekehrte muß eintreten, wenn die Saite verkürzt wird.

Bleibt Spannung und Länge zweier Saiten gleich, wird aber die Dicke der einen vermehrt, so vermindert sich bei dieser Saite die ihr durch die Spannung gegebene Energie, indem die Wirkung der Spannung auf eine größere Cohäsionsfläche vertheilt wird. Dieß macht denn, daß die Wirknng des Hammerstoßes langsamer verbreitet wird, und demnach die Schwingungen der Saite langsamer werden, der Ton also tiefer. Bei Verdoppelung des Durchmessers der Saite beträgt dieß eine Oktave.

Daß die dickere von zwei gleich langen und gleich gestimmten Saiten einen stärkern Klang gibt als die dünnere, hat seinen Grund in ihrem größern Gewicht, ferner in der größern absoluten Zugkraft, die bei ihr angewendet ist.

Die bisher ausgesprochenen Grundsätze ergeben die in nachfolgender Formel ausgesprochenen Verhältnisse.

Bezeichnet man

durch N die Anzahl der Schwingungen in einer Sekunde,

„ g die Beschleunigung der Schwere (oder 9808 Millimeter),

„ P das Gewicht, wodurch die Saite gespannt wird,

„ L die Länge des schwingenden Theiles der Saite,

„ C dessen Gewicht;

so ist $$N = \sqrt{\frac{g\,P}{C\,L}}$$

$$C = \frac{g\,P}{L\,N^2}$$

$$L = \frac{g\,P}{C\,N^2}$$

$$P = \frac{C\,L\,N^2}{g}$$

Es wird nicht überflüßig sein, hier einige Beispiele der Anwendung dieser Formel zu geben, und zugleich den Beweis, wie nützlich sie für den Fortepianomacher ist.

Z. B. man will wissen wie viel Schwingungen eine Saite in einer Sekunde macht, deren Länge 860 Millimeter, und deren Gewicht 4,780 Grammen beträgt und die durch 52,50 Killogrammen gespannt wird.

g = 9808 Millimeter,
P = 52500 Grammen,
L = 860 Millimeter,
C = 4,780 Grammen.

log. g = 3,99158	log. C = 0,67943
log. P = 4,72016	log. L = 2,93450
log. gP = 8,71174	log. CL = 3,61393

log. gP = 8,71174
log. CL = 3,61393
log. N^2 = 5,09781
log. N = 2,54890 = 353,9 Schwingungen.

Die Tonhöhe der Saite kommt also mit der f^0 überein.

Will man das Gewicht einer Saite kennen, welche eine Oktav tiefer klingt (also den Ton F_0 angibt), deren Spannung 54 Kilogrammen, und deren Länge 1330 Milli-

meter beträgt, und die also 176,9 Schwingungen in einer Sekunde machen soll, so ist

$P = 54000$ Grammen,
$L = 1330$ Millimeter,
$N = 176{,}9$ Schwingungen in einer Sekunde.

log. g = 3,99158	log. L = 3,12385
log. P = 4,73239	log. N² = 4,49546
log. gP = 8,72397	log. LN² = 7,61931

log. gP = 8,72397
log. LN² = 7,61931
log. C = 1,10466 = 12,725 Grammen;

welches Gewicht die Saite haben muß, wenn sie den verlangten Ton angeben soll.

Das Gewicht der Saite läßt sich auf zweierlei Arten ermitteln. Hat man eine Waage, wie sie zu chemischen Analysen gebraucht wird, vermittelst welcher man 0,5 Milligramme genau unterscheiden kann, so genügt sie zu diesen Berechnungen vollkommen.

Hat man diese nicht, so berechnet man das Gewicht der fraglichen Saiten auf folgende Weise:

Man wiege auf einer gewöhnlichen Waage ein ziemlich langes Stück derselben (ungefähr 3 Meter lang) so genau als möglich;

bezeichnet nun y die Länge dieses Stückes,
z das Gewicht desselben,
L die fragliche Länge, wovon man das Gewicht C wissen will, so ist
$y : L = z : C$.

Oder man berechnet das Gewicht C wie beim Cylinder. Bezeichnet
v den körperlichen Inhalt,
r den Radius,
L die Länge,
δ das spezifische Gewicht des Materials, woraus die Saite besteht,

$$\text{dann ist } v = \pi r^2 L \text{ und}$$
$$C = \pi r^2 L \delta.$$

Es ist stets schwierig, den Durchmesser der Saite, zumal wenn sie schwach ist, so genau als erforderlich zu messen, selbst wenn man die Saite um einen Cylinder mehremal sehr dicht nebeneinander wickelt und auf diese Weise eine Anzahl Saitendurchmesser mißt, und den Halbmesser daraus berechnet. Ich habe deßhalb vorgezogen, das Gewicht vermittelst der Waage direkt zu bestimmen.

§. 5.

Berechnungen der Saitenlängen für das Fortepiano.

Länge, Dicke und Spannung der Saite sind drei Größen, welche in gewissen Verhältnissen zu einander stehen müssen, wenn man den möglichst stärksten Klang hervorbringen will *).

Es fragt sich nun, wie kann man diese Größenverhältnisse ausmitteln?

---

*) Als wirklich klingender Körper können wir die Saite hier nicht betrachten, wenn wir uns nicht zu weit von der Wahrheit entfernen wollen; sie sind nur das Mittel, den Klang durch Erschütterung des Resonanzbodens hervorzubringen. Dieß sprach ich schon in meiner 1833 erschienenen Fortepiano-Baukunst aus, und fand, daß auch Herr Professor Pelisov, nach seiner Abhandlung: „Berichtigung eines Fundamentalsatzes der Akustik“ zu schließen, sich durch ein Experiment davon überzeugt hat. Man hat damals meine Ansicht getadelt; aber ich verweise an die Experimente. Das Resultat einer Beobachtung gilt mehr als alle bloß auf Schlüsse gegründeten Behauptungen gewisser Gelehrten.

Das Sicherste ist, uns an die Erfahrung zu wenden und ihr die Entscheidung ganz zu überlassen. Um aber diese Frage der Praxis angemessen beantworten zu können, müssen wir unterscheiden, ob das Instrument ein-, zwei- oder dreisaitig bezogen werden soll.

Je schwächer die Saite ist, je weniger erfordert es Kraft, dieselbe auf die höchste Spannung zu bringen, und die Klangstärke derselben ist der Kraft, womit sie gespannt wird, proportional.

Will man nun die Klangstärke noch vermehren, so muß entweder die Dicke der Saite, und folglich auch die Kraft der Spannung vermehrt werden; oder anstatt der Dicke die Anzahl der Saiten, so daß man anstatt einer, zwei oder drei Saiten anwendet. Durch folgendes Beispiel wird das Gesagte sich klarer herausstellen.

Hat man z. B. drei Saiten für den Ton f^1, wovon jede mit 20 Kilogrammen gespannt wird, angewandt, und man will nun dieselbe Klangstärke mit zwei Saiten erhalten, so muß die Dicke derselben so gewählt werden, daß die Spannung dieser beiden Saiten jener von dreien gleich kommt, folglich $3 \times 20 = 60$ Kilogramm für beide und 30 Kilogramm für jede Saite betragen muß.

Soll nur eine Saite die Klangstärke von obigen dreien ersetzen, so muß sie durch 60 Kilogramm gespannt werden.

Durch Versuche mit verschiedenen nebeneinander aufgespannten Saiten läßt sich das richtige Verhältniß leicht finden. Die Spannung muß aber unter denselben Verhältnissen statt finden, wie beim Fortepiano, nämlich durch den Stimmnagel; die Auflage auf einen festen Steg mit gehöriger Schränkung versehen sein, und ein zweiter beweglicher Steg zur Messung der Tonhöhe dienen.

Hat man auf diese Weise die Haltbarkeit der Materie untersucht, dann spanne man erst die Saite vermittelst Gewicht und ermittle auf diese Weise die Kraft der Spannung.

Man glaube nicht etwa, durch Aufspannen einer Saite auf ein gewöhnliches Stück Holz, Resultate zu erhalten, worauf man bauen kann, sie führen gewöhnlich zu Irrthümern. Zur richtigen Beurtheilung der Klangstärke einer Saite darf die Mitwirkung des Resonanzbodens durchaus nicht fehlen, denn man verlangt nicht allein zu wissen, wie groß die Haltbarkeit einer Saite, und welches ihre Tonhöhe bei Veränderung der Spannung, Länge und Dicke ist, sondern man will eigentlich die Summe der Klangstärke der beiden klingenden Körper, Saite und Resonanzboden kennen, und folglich ist die angegebene Methode die einzige, welche uns zu sichern Resultaten führen kann.

Um sich einige feste Haltpunkte zu verschaffen, muß man an fertigen, gut gearbeiteten Instrumenten die Klangstärke der Saiten untersuchen, und zwar an Tönen, welche vollkommen ansprechen.

Der höchste Ton, welcher zu dergleichen Untersuchungen tauglich ist, ist das f^4. Alle höhern Töne sind in dieser Hinsicht zu unvollkommen. Von f^4 an wird für jeden Ton abwärts die Saite etwas länger. Dieses Wachsen geschieht nach den Gesetzen einer geometrischen Reihe und kann bis zum C_0 herunter gehen. Allein gewisse Vortheile für die Ausführung beschränken gewöhnlich diesen Umfang bis zum f^0, weshalb wir auch hier für Ermittlung der Klangstärke der mittleren Töne bei diesem Tone stehen bleiben.

Das Ergebniß meiner Untersuchungen in Bezug auf die fraglichen Verhältnisse bei den beiden Tönen f^4 und f^0 war nun folgendes:

Bei einer Länge von 60 Millimeter ist das Maximum der Saitendicke für den Ton f^4:

wenn der Bezug dreisaitig ist 0,702 Millimeter oder Nr. 11;

wenn der Bezug zweisaitig ist 0,746 Millimeter oder Nr. 12;

für den Ton f^0, bei einer Länge von 860 Millimeter:

wenn der Bezug dreisaitig ist 0,910 Millimeter oder Nr. 16;

wenn der Bezug zweisaitig ist 0,957 Millimeter oder Nr. 17.

Um die Saitenlängen zu erhalten, welche den Tönen zwischen f^4 und f^0 entsprechen, werden nun zwischen 60 und 860 so viel Glieder als sich Töne zwischen f^4 und f^0 befinden, nach den Gesetzen einer geometrischen Reihe eingeschaltet.

Es ist demnach unser

erstes Glied = 60,
das letzte = 860,
die Anzahl = 49,

$$\text{der Quotient} = \sqrt[48]{\frac{860}{60}} = \log.\ 0{,}02409.$$

Wer die Rechnung mit Logarithmen kennt, wird keine Schwierigkeiten finden, diese Reihe zu berechnen. Wer sie nicht kennt, muß sie lernen oder sich mit Nachmachen begnügen, oder hin und her tappen, bis er das richtige Maß findet.

Für die Saitenlängen der folgenden tiefern Töne sind wir genöthigt unsere geometrische Reihe zu verlassen. Die Größe des Instruments bestimmt uns nun, welchen Verhältnissen wir folgen müssen.

Bei einem Tafelpianoforte, von welchem man einen kräftigen Baß verlangt, sollte

das f_0 nicht weniger als 1330 Millimeter,
das F_1 „ „ „ 1520 „
das C „ „ „ 1600 „

betragen.

Beim Aufzeichnen des Planes, wovon später ausführlicher Erwähnung geschehen wird, hat man nur nöthig, diesen Saitenlängen ihre Lage anzuweisen und den Steg in einer entsprechenden Form zu zeichnen. Durch dieses Verfahren ergeben sich die dazwischen liegenden Saitenlängen von selbst. Durch Rechnung findet man die jeder Saitenlänge zukommende Dicke oder das Gewicht derselben, nach der in §. 4 angegebenen Formel.

Bei der Flügelform können die Saitenlängen für die tiefern Töne in einem günstigeren Verhältnisse wachsen, so daß man

für das f_0 1417 Millimeter,
„ „ F_1 1720 „
„ „ C_1 1800 „

annehmen kann.

Bei einem kleinen Format, wie bei einem Pianino, richten sich die Saitenlängen der Baßtöne nach der Größe des Instruments. Es muß daher die tiefste Baßseite zuerst, den Umständen angepaßt, und nach dieser die verhältnißmäßige Spannnng der übrigen Saiten bestimmt werden. Die entsprechende Saitendicke findet man dann durch Rechnung.

§. 6.

Ueber die Saitendicken und die denselben zukommende Spannung.

Die webster'schen Saiten haben sich besonders, und nicht ohne Grund, einer allgemeinen Anerkennung zu erfreuen. Die Materie ist mit wenig Ausnahmen vorzüglich, und die Zunahme der Durchmesser steigt so ziemlich regelmäßig. Da diese Saiten fast überall angewandt werden, so wäre es thöricht, auf Saiten geringerer Qualität Rücksicht zu nehmen.

Die Durchmesser derjenigen Nummern, wie man sie jetzt beim Fortepianobau anwendet, sind nach metrischem Maße folgende:

Nr.	11	=	0,702
„	11½	=	0,724
„	12	=	0,746
„	12½	=	0,767
„	13	=	0,787
„	13½	=	0,807
„	14	=	0,827
„	14½	=	0,847
„	15	=	0,868
„	15½	=	0,889
„	16	=	0,910
„	17	=	0,956
„	18	=	1,000
„	19	=	1,050
„	20	=	1,109
„	21	=	1,194
„	22	=	1,275
„	23	=	1,370
„	24	=	1,469

Nr. 25 = 1,565
„ 26 = 1,660.

Es ist bereits gesagt, daß eine Saite nur dann ihren reinsten und stärksten Klang gibt, wenn ihre Spannung auf das Höchste gebracht ist. Die Saiten der höhern Töne verlangen dieses unbedingt, dagegen vertragen die Saiten der tiefern Töne eine größere Abweichung von dieser Regel, und das Ohr bemerkt, wenn die Abweichung nicht zu groß wird, nur einen Mangel an Stärke des Klanges, aber nicht das die höhern Töne begleitende Unreine des Klanges. Es ist ein Vortheil für die Praktik, daß die Spannung der Baßsaiten nicht in demselben Verhältniß zu wachsen braucht, als es die Saiten der höhern Töne verlangen. Meinen Untersuchungen zu Folge sollte die Spannung derjenigen Saiten, welche die geometrische Reihe umfaßt, folgende sein:

		Nach der Erfahrung gefundene Spannung.		Sollte nach der Rechnung betragen.	
für Nr.	11	32,90	Kilogr.	32,90	Kilogr.
„ „	11½	34 32	„	34,32	„
„ „	12	35,78	„	35,81	„
„ „	12½	37,30	„	37,37	„
„ „	13	38,90	„	38,99	„
„ „	13½	40,55	„	40,68	„
„ „	14	42,30	„	42,45	„
„ „	14½	44,10	„	44,29	„
„ „	15	45,98	„	46,21	„
„ „	15½	47,90	„	48,22	„
„ „	16	49,93	„	50,31	„
„ „	17	52,48	„	52,50	„
„ „	18	54,78	„	54,78	„

Die Spannung der folgenden Nummern kann in denselben Verhältnissen nicht fortwachsen. Es kommt

nun darauf an, in welchem Verhältnisse die Saitenlängen zunehmen. Soll die Mensur für ein Tafelfortepiano dienen, so wird die Spannung kaum merklich wachsen können. Beim Flügel können die Saiten länger sein, und der Raum für die Entfernung der Saiten von einander ist ebenfalls leichter zu erhalten, folglich kann auch die Spannung in einem günstigeren Verhältnisse wachsen.

Die Saitenlängen der Baßtöne weichen von der oben angegebenen geometrischen Progression ziemlich ab, mithin muß durch die Dicke der Saiten der Verlust der Länge ersetzt werden. Hierdurch wird aber das Anwachsen der Saitendicken öfters so groß, daß nicht Raum genug für zwei Saiten vorhanden ist. Tritt dieser Fall ein, so muß alsdann anstatt zwei Saiten nur eine angewendet werden. Derselbe Fall findet sich auch beim dreisaitigen Flügelbezug, wo alsdann anstatt drei nur zwei Saiten angewendet werden müssen.

Da nun die existirenden Saitennummern nicht so eingerichtet sind, daß man für jede Saitenlänge einen genau entsprechenden Durchmesser findet, und mehrere Töne mit gleich dicken Saiten bezogen werden müssen, so verfährt man bei der Ausführung folgendermaßen:

Zwischen f^4 und f^0 sucht man für die dazwischen liegenden Oktaven f^3 f^2 f^1 die ihnen zukommenden Saitendicken zuerst.

Die absoluten Gewichte dieser Saiten sollen hier ebenfalls eine geometrische Progression bilden. Eine Saite von Nr. 12, welche 60 Millimeter lang ist, wiegt 0,180 Grammen, wenn nun das Maximum der Spannung 35,78 Kilogrammen betragen soll, so ist

$$\sqrt{\frac{9808 \times 35780}{0{,}180 \times 60}} = 5700{,}4$$

die Anzahl der Schwingungen für eine Sekunde, also 62 Schwingungen mehr als sie nach unserer angenom-

menen Tonhöhe betragen sollten (was ungefähr ein $\frac{1}{8}$ Ton ausmacht). Die Saite ist also bei einer Tonhöhe von 5638,4 Schwingungen gegen das Zerreißen gesichert.

Das Gewicht einer Saite von Nr. 17, welche 860 Millimeter lang ist, beträgt 4,780 Grammen. Beträgt nun die Spannung 52,50 Kilogramme, so ist

$$\sqrt{\frac{9808 \times 52500}{4{,}780 \times 860}} = 353{,}9$$

die Anzahl der Schwingungen für eine Sekunde, mithin 1,5 Schwingung mehr.

Schaltet man nun zwischen 0,180 und 4,780 noch drei Glieder ein, so hat man

für die	f^4 Saite	ein Gewicht	von	0,180	Grammen
„	f^3	„	„	0,408	„
„	f^2	„	„	0,927	„
„	f^1	„	„	2,105	„
„	f^0	„	„	4,780	„

Das absolute Gewicht vermittelst der Waage bestimmt, beträgt

für f^3 Nr. 13 bei einer Länge von 116,7 Millimeter: 0,391 Grammen;
„ f^2 Nr. 14 bei einer Länge von 227,1 Millimeter: 0,927 Grammen;
„ f^1 Nr. 15½ bei einer Länge von 441,9 Millimeter: 2,050 Grammen.

Vergleicht man das wirkliche Gewicht der f^3 Saite, Nr. 13, so ist dieselbe um 0,017 Grammen leichter, als es die Rechnung verlangt. Eine Saite von Nr. 13½ würde aber 0,472 Grammen betragen, folglich das Gewicht zu groß ausfallen, weßhalb wir für diese Saitenlänge Nr. 13 beibehalten müssen. Nr. 14 als f^2 Saite stimmt mit der Rechnung ganz überein.

Nr. 15½ als f' Saite ist wieder um 0,055 Grammen leichter, und das Gewicht von Nr. 16 fällt für diese Länge zu groß aus, weßhalb wir Nr. 15½ beibehalten müssen.

Ueberhaupt muß man, wenn das Gewicht einer Saitennummer nicht ganz mit der Rechnung übereinkommt, immer die nächstschwächere Nummer nehmen, damit die Saiten gegen das Zerreißen gesichert sind.

Die Saite für den Ton F_0 sollte nun bei einem Tafelfortepiano nicht weniger als 54,00 Kilogr. Spannung erhalten. Es ist demnach

$$\sqrt{\frac{9808 \times 54000}{1330 \times 176{,}9^2}} = 12{,}72 \text{ Grammen}$$

das Gewicht der Saite für den Ton F_0, und Nr. 21 die passendste Dicke.

Gehen wir nun von F^0 und E_0 u. s. w. tiefer, so finden wir, daß bei den nur wenig zunehmenden Saitenlängen, die Spannung, wenn nicht zugleich dickere Saiten angewendet werden, zu gering ausfällt, was sich durch einen unvollkommenen Klang der Saite zu erkennen gibt.

Von E_0 bis C werden nun deshalb beim Tafelfortepiano überspannene Saiten gebraucht.

Da aber bei einem Tafelfortepiano die Saiten der weiterfolgenden Töne, wegen der nur wenig zunehmenden Länge, in der Dicke sehr wachsen, und die Excursionsweite derselben einen ziemlichen Raum verlangt, so thun wir besser, von E_0 aus nur eine übersponnene Saite anzuwenden. In §. 5 wurde erwähnt, daß, wenn für einen gewissen Ton eine einzige Saite dieselbe Klangstärke erzeugen soll, als wenn zwei Saiten dafür verwendet werden, die Kraft der Spannung der einen eben so viel betragen müsse, wie die Kraft womit zwei Saiten für denselben Ton gespannt werden.

Es müßte demnach die Kraft, welche die Saite für den Ton E_0 spannt, 2 × 54 = 108 Kilogramm betragen.

Durch Beobachtung wissen wir, daß die Schwingungen einer überspronnenen Saite, weil sie gewöhnlich stärker gespannt ist, unvermischter sind als die Schwingungen einer unübersponnenen. Der Klang der erstern ist reiner, der Ton bestimmter, und dieses darum, weil sie nach §. 4 eine größere Spannung haben als gleich dicke unübersponnene.

Wenn wir für den Ton E_0 nur eine übersponnene Saite von solcher Dicke anwenden, deren Spannung einem Gewichte von 88 Kilogramm gleich kommt; ferner für den Ton F_0 zwei unübersponnene, wie schon früher angegeben, wo jede mit einer Kraft von 54 Kilogramm gespannt, also der Ton F_0 durch eine Spannung von 54 × 2 = 108 Kilogramm hervorgebracht wird, so bemerken wir fast gar keinen Unterschied in der Klangstärke. Gestützt auf diese Erfahrung nehme ich hier für die übersponnenen Saiten die Spannung zu 88 Kilogramm an, welches Verhältniß bis zu Ende des letzten Tones C_1 gleich bleiben kann, oder wenn es der Raum des Instrumentes erlaubt, nur wenig zu wachsen braucht, um das Verhältniß der Klangstärke zu erhalten. Die Spannung fortwachsen zu lassen ist bei Tafelfortepianos nicht so leicht ausführbar als beim Flügel.

Wenn man also von E_0 an abwärts nur eine Saite anwendet, so thut man wohl, den Anschlag im Verhältniß zu den übrigen Saitenlängen um etwas kürzer zu nehmen, welches dazu beiträgt, daß der Uebergang von zwei Saiten zu einer weniger hörbar wird. Doch darf diese Abweichung nicht zu viel betragen, damit die Klangfarbe keine merkliche Veränderung erleidet. Bei diesem Verfahren erhält unser E_0 etwa eine Länge von 1345

Millimeter, woraus sich das Verhältniß des Anschlags von selbst ergibt.

Soll diese Saite nun bei einer Spannung von 88 Kilogrammen den Ton E_0 angeben, so ist nach §. 4 folgendermaßen das Gewicht derselben zu finden:

$$C = \frac{gP}{LN^2}$$

$$g = 9808 \text{ Millimeter}$$
$$P = 88000 \text{ Milligr.}$$
$$L = 1345 \text{ Vibr.}$$

$$\begin{array}{ll} \log. g = 3{,}99158 & \log. L = 3{,}12872 \\ \log. P = 4{,}94448 & \log. N^2 = 4{,}44178 \\ \hline \log. gP = 8{,}93606 & \log. LN^2 = 7{,}57050 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \log. gP = 8{,}93606 \\ \log. LN^2 = 7{,}57050 \\ \hline \log. C = 1{,}36556 = 23{,}20 \text{ Grammen.} \end{array}$$

Nun ist das Gewicht der Kernsaite, wenn Nr. 21 dazu angewendet wird = 11,545 Grammen, und folglich das Gewicht des Spinndrahts 23,20 — 11,545 = 11,655 Grammen.

Wird Nr. 20 als Kernsaite angewandt, so ist das Gewicht derselben 9,788 Grammen, und folglich das Gewicht des Spinndrahts 23,20—9,788=13,412 Grammen.

Es kann für diesen Ton die Nr. 20 oder 21 angewendet werden, weil beide die verlangte Spannung von 88 Kilogramm aushalten. Würde aber eine Kernsaite von demselben Gewicht wie Nr. 20 die verlangte Spannung nicht aushalten, so ist man genöthigt, dieselbe stärker zu nehmen.

Zur Bequemlichkeit füge ich hier eine Gewichtstabelle verschiedener Saitennummern bei, welche als Kernsaiten zum Ueberspinnen dienen. Findet man eine Länge in der Tabelle nicht ganz genau angegeben, so können beide Verhältnisse, zwischen welche sie fällt, arithmetisch getheilt werden.

Länge der Saite in Millimeter.	Gewicht derselben in Grammen.							
	Nr. 19.	Nr. 20.	Nr. 21.	Nr. 22.	Nr. 23.	Nr. 24.	Nr. 25.	Nr. 26.
1849,53	12,154	13,558	15,992	18,495	20,734	23,738	27,464	31,789
1839,14	12,085	13,482	15,902	18,391	20,617	23,604	27,310	31,610
1828,75	12,017	13,406	15,812	18,287	20,501	23,471	27,156	31,432
1818,35	11,948	13,330	15,722	18,183	20,384	23,337	27,001	31,253
1807,96	11,880	13,254	15,632	18,079	20,268	23,204	26,847	31,075
1797,57	11,812	13,177	15,542	17,975	20,151	23,070	26 693	30,896
1787,18	11,744	13,101	15,453	17,872	20,035	22,937	26,539	30,718
1776,79	11,675	13,025	15,363	17,768	19,918	22,804	26,384	30,539
1766,40	11,607	12,949	15,273	17,664	19,802	22,671	26,230	30,360
1756,01	11,539	12,872	15,183	17,560	19,685	22,537	26,075	30,181
1745,62	11,471	12,796	15,093	17,456	19,569	22,404	25,921	30,003
1735,23	11,402	12,720	15,003	17,352	19,452	22,270	25,767	29,824
1724,84	11,334	12,644	14,914	17,248	19,336	22,137	25,613	29,646
1714,45	11,266	12,568	14,824	17,144	10,219	22,004	25,458	29,467
1704,06	11,198	12,492	14,734	17,040	19,103	21,871	25,304	29,289
1693,67	11,129	12,415	14,644	16,936	18,987	21,737	25,150	29,110
1683,28	11,061	12,339	14,554	16,833	18,870	21,604	24,996	28,932
1672,89	10,993	12,263	14,464	16,729	18,753	21,470	24,841	28,753
1662,50	10,925	12,187	14,375	16,625	18,637	21,337	24,687	28,574
1652,10	10,856	12,111	14,285	16,521	18,520	21,203	24,533	28,396

Länge der Saite in Millimeter.	Gewicht derselben in Grammen.							
	Nr. 19.	Nr. 20.	Nr. 21.	Nr. 22.	Nr. 23.	Nr. 24.	Nr. 25.	Nr. 26.
1641,71	10,788	12,035	14,195	16,417	18,404	21,070	24,379	28,217
1631,32	10,720	11,958	14,105	16,313	18,287	20,937	24,224	28,038
1620,93	10,651	11,882	14,015	16,209	18,171	20,804	24,070	27,860
1610,54	10,583	11,806	13,925	16,105	18,054	20,670	23,915	27,681
1600,15	10,515	11,730	13,836	16,001	17,938	20,537	23,761	27,503
1589,76	10,446	11,654	13,746	15,897	17,821	20,403	23,607	27,324
1579,37	10,378	11,578	13,656	15,793	17,705	20,270	23,453	27,146
1568,98	10,310	11,501	13,566	15,689	17,588	20,136	23,298	26,967
1558,59	10,242	11,425	13,476	15,585	17,472	20,003	23,144	26,788
1548,20	10,173	11,349	13,386	15,482	17,355	19,870	22,990	26,609
1537,81	10,105	11,273	13,297	15,378	17,239	19,737	22,836	26,431
1527,42	10,037	11,197	13,207	15,274	17,123	19,603	22,681	26,252
1517,03	9,969	11,121	13,117	15,170	17,007	19,470	22,527	26,074
1506,63	9,900	11,045	13,027	15,066	16,890	19,336	22,372	25,895
1496,24	9,832	10,969	12,937	14,962	16,774	19,203	22,218	25,717
1485,85	9,763	10,892	12,847	14,858	16,657	19,070	22,064	25,538
1475,46	9,695	10,816	12,757	14,754	16,541	18,937	21,910	25,360
1465,07	9,627	10,740	12,667	14,650	16,424	18,803	21,755	25,181
1454,68	9,559	10,664	12,578	14,547	16,308	18,670	21,601	25,003
1444,29	9,490	10,588	12,488	14,443	16,191	18,537	21,447	24,824

Länge der Saite in Millimeter.	Gewicht derselben in Grammen.							
	Nr. 19.	Nr. 20.	Nr. 21.	Nr. 22.	Nr. 23.	Nr. 24.	Nr. 25.	Nr. 26.
1433,90	9,422	10,512	12,398	14,339	16,075	18,403	21,293	24,646
1423,51	9,354	10,435	12,308	14,235	15,958	18,270	21,138	24,467
1413,12	9,286	10,359	12,218	14,131	15,842	18,136	20 984	24,288
1402,73	9,217	10,283	12,129	14,027	15,725	18,003	20,829	24,109
1392,34	9,149	10,207	12,039	13,923	15,609	17,870	20,675	23,931
1381,95	9,081	10,131	11,949	13,819	15,492	17,736	20,521	23,753
1371,56	9,013	10,055	11,859	13,715	15,376	17,603	20,367	23,574
1361,17	8,944	9,978	11,769	13,611	15,259	17,469	20,213	23,396
1350,78	8,876	9,902	11,679	13,507	15,143	17,336	20,058	23,217
1340,39	8,808	9,826	11,589	13,404	15,026	17,203	19,904	23,038
1330,00	8,740	9,750	11,500	13,300	14,910	17,070	19,750	22,860
1319,60	8,671	9,674	11,410	13,196	14,794	16,937	19,596	22,681
1309,21	8,603	9,597	11,320	13,092	14,677	16,803	19,441	22,502
1298,82	8,534	9,521	11,230	12,988	14,561	16,670	19,287	22,324
1288,43	8,466	9,445	11,140	12,884	14,444	16,536	19,132	22,145
1278,04	8,398	9,368	11,050	12,780	14,327	16,403	18,978	21,967
1267,65	8,330	9,292	10,961	12 676	14,211	16,269	18,824	21,788
1257,26	8,262	9,216	10,871	12,572	14,095	16,136	18,670	21,609
1246,87	8,193	9,140	10,781	12,468	13,978	16,003	18,515	21,431
1236,48	8,125	9,064	10,691	12,365	13,862	15,870	18,361	21,252

Länge der Saite in Millimeter.	Gewichte derselben in Grammen.							
	Nr. 19.	Nr. 20.	Nr. 21.	Nr. 22.	Nr. 23.	Nr. 24.	Nr. 25.	Nr. 26.
1226,09	8,057	8,987	10,601	12,261	13,745	15,736	18,207	21,074
1215,70	7,989	8,911	10,511	12,157	13,629	15,603	18,050	20,896
1205,31	7,920	8 835	10,422	12,053	13,512	15,469	17,898	20,717
1194,92	7,852	8,759	10,332	11,949	13,396	15,336	17,744	20,538
1184,53	7,784	8,683	10,242	11,845	13,279	15,203	17,589	20,359
1174,14	7,716	8,607	10,152	11,741	13,163	15 070	17,435	20,181
1163,75	7,647	8,531	10,062	11,637	13,046	14,937	17,281	20,003
1153,36	7,579	8,455	9,972	11,533	12,930	14,804	17,127	19,824
1142,96	7,510	8,378	9,882	11,429	12,813	14,670	16,972	19,646
1132,57	7,442	8,302	9,793	11,325	12,697	14,537	16,818	19,467
1122,18	7,374	8,226	9,703	11,222	12,580	14,403	16,664	19,288

§. 7.

Ueber den Anschlagepunkt der Saite.

Wenn man eine Saite, welche mit einem Resonanzboden in Verbindung steht, durch Anschlagen oder Reissen, in verschiedenen Entfernungen von ihrer Auflage, in Vibration setzt, so bemerkt man, bei nur wenig Aufmerksamkeit, daß es nur einen Anschlagspunkt gibt, an welchen die Saite den Klang am vollkommensten angibt.

Hat die Saite ihre vollkommene Spannung erreicht, so steht dieser Punkt in einem gewissen Verhältniß zur Saitenlänge.

Bei den in frühern Zeiten angewandten Eisensaiten, wo die Mensur viel kürzer sein mußte, als bei den jetzigen Gußstahlsaiten, war man gezwungen, die Entfernung des Anschlagpunktes näher bei der Auflage anzunehmen. Dieses Verhältniß ist für den jetzigen Zustand der Forte-piano-Baukunst ganz unbrauchbar, eines Theils weil die Saiten länger sein können und müssen, und andern Theiles durch die Anwendung des metallenen Saitenhalters.

Die Erfahrung belehrt uns hierüber am besten und bestimmt uns das Maximum dieser Größe als $1/3$ und das Minimum als $1/9$ der ganzen Saitenlänge. Bei $1/9$ ist die Klangfarbe etwas härter, und dieses Verhältniß verlangt einen sehr weich gepolsterten Hammer, wenn die Färbung des Klanges angenehm sein soll, und eignet sich mehr zu einem ganz schwachen Bezug.

Bei $1/8$ erhält man das Angenehme der Klangfarbe, bei weniger weichem Hammer (und letzteres Verhältniß ist unstreitig das beste), nur muß dafür gesorgt werden, daß die Saiten der tiefern Töne weit genug von einander

entfernt sind, damit sie beim Schwingen nicht an einander anschlagen.

Der Einfluß, welchen die Entfernung des Anschlagepunktes auf die Egalität der Klangfarbe äußert, ist bedeutend. Mancher Egaliseur hat schon über das Egalisiren planlos angelegter Instrumente Angstschweiß vergossen, und die Ursache des Nichtgelingens öfters dem Gerber zur Last gelegt, ohne die wirkliche Ursache davon zu ahnden. Ich erinnere mich, daß ich selbst, als Gehilfe, Instrumente egalisirt habe (oder besser gesagt, habe egalisiren sollen), wo die Anschlagslängen zwischen $1/12$ und $1/7$ variirten. Dieß geschah in Fabriken von bedeutendem Rufe.

§. 8.

Tabellarische Zusammenstellung der Mensuren.

Nach dem was bis jetzt über Saiten und deren Anwendung beim Fortepiano gesagt ist, sind wir im Stande, die darauf bezüglichen Verhältnisse tabellarisch zusammenzustellen. Will man die muthmaßliche Spannung sämmtlicher Saiten mit Gewicht vergleichen, so muß man die Spannungszahlen aller einzelnen Saiten zusammen addiren.

Mensur für Tafelfortepianos.

Tonhöhe.	Saitenlänge in Millimetern.	Saitendicke. Nr.	Spannung in Kilog. für eine Saite.	Schwächerer Bezug. Nr.	Anschlagslängen.
f^4	60,00				7,50
e^4	63,42				7,93
dis^4	67,04	12	35,78	11½	8,38
d^4	70,86				8,85
cis^4	74,90				9,36
c^4	79,18				9,89
h^3	83,69				10,46
b^3	88,46	12½	37,30	12	11,05
a^3	93,47				11,68
gis^3	98,84				12,35
g^3	104,4				13,05
fis^3	110,4				13,80
f^3	116,7	13	38,90	12⅓	14,58
e^3	123,4				15,42
dis^3	130,4				16,30
d^3	137,9				17,23
cis^3	145,7				18,21
c^3	154,0	13½	40,55	13	19,25
h^2	162,8				20,30
b^2	172,2				21,52
a^2	181,9				22,73
gis^2	192,3				24,03
g^2	204,0	14	42,30	13½	25,50
fis^2	214,8				26,85
f^2	227,1				28,38
e^2	240,1				30,00
dis^2	253,8				31,72
d^2	268,2	14½	44,10	14	33,52
cis^2	283,5				35,43
c^2	299,7				37,46
h^1	316,8				39,60
b^1	334,9				41,86
a^1	354,0	15	45,98	14½	44,25
gis^1	374,2				46,77
g^1	395,4				49,42

Mensur für Tafelfortepianos.					
Tonhöhe.	Saitenlänge in Millimetern.	Saitendicke. Nr.	Spannung in Kilog. für eine Saite.	Schwächerer Bezug. Nr.	Anschlagslängen.
fis^1	418,1				52,26
f^1	441,9				55,23
e^1	467,1	15½	47,90	15	58,38
dis^1	493,8				61,72
d^1	524,1				65,51
cis^1	551,7				68,96
c^1	583,2				72,90
h^0	616,5	16	49,93	15½	77,06
b^0	651,6				81,40
a^0	688,8				86,10
gis^0	728,1				91,01
g^0	769,6				96,20
fis^0	813,5	17	52,48	16	101,69
f^0	860,0				107,50
e^0	900,0				112,50
dis^0	940,0				117,50
d^0	980,0	18		17	122,50
cis^0	1020,0				127,50
c^0	1059,0				132,3
H_0	1098,0				137,2
B_0	1137,0	19		18	142,1
A_0	1176,0				147,0
Gis_0	1215,0	20			151,8
G_0	1254,0			19	156,7
Fis_0	1292,0	21	54	20	161,5
F_0	1330,0				166,2

Ueberſponnene Saiten für Tafelfortepianos.
(Einſaitig.)

Tonhöhe.	Saitenlänge in Millimetern.	Nr. der Kernſaite.	Gewicht der Kernſaite in Grammen.	Gewicht des Spinndrahts in Grammen.	Spannung in Kilogr.	Anſchlagslänge in Millimet.
E_0	1345		11,630	11,572	88,00	158,2
Dis^0	1365	21	11,800	14,001		160,5
D_0	1384		11,967	16,721	88,24	162 8
Cis_0	1402		12,123	19,776		164,9
C_0	1419		14,190	21,279	83,49	166,9
H_1	1436	22	14,360	25,078		168,9
B_1	1452		14,520	29,332	88,74	170,8
A_1	1468		16,457	32,302		172,7
Gis_1	1483	23	16,625	37,590	88,99	174,4
G_1	1498		16,793	43,490		176,2
Fis_1	1512		19,406	47,624	89,24	177,8
F_1	1526	24	19,585	54,945		179,5
E_1	1540		19,765	63,107	89,49	181,1
Dis_1	1555	25	23,091	69,054		182,9
D_1	1570		23,314	79,136	89,74	184,7
Cis_1	1585	26	27,243	86,677		186,4
C_1	1600		27,501	99,169	90,00	188,2

Mensur für den Flügel.				
Tonhöhe.	Saitenlänge in Millimetern.	Saitendicke. Nr.	Spannung für 3 Saiten in Kilogram.	Anschlagslängen.
f^4	60,00		96,00	7,50
e^4	63,42		96,786	7,93
dis^4	67,04	11	97,578	8,38
d^4	70,86		98,377	8,85
cis^4	74,90		99,182	9,36
c^4	79 18		99,994	9 89
h^3	83,69		100,81	10 46
b^3	88,46	11½	101,64	11,05
a^3	93,47		102,47	11,68
gis^3	98,84		103,31	12,35
g^3	104,4		104,15	13,05
fis^3	110,4		105,00	13,80
f^3	116,7	12	105,86	14,58
e^3	123,4		106,72	15,42
dis^3	130,4		107,59	16,30
d^3	137,9		108,47	17,23
cis^3	145,7		109 36	18,21
c^3	154,0	12½	110,26	19,25
h^2	162,8		111,16	20 30
b^2	172,2		112,07	21,52
a^2	181,9		112,98	22,78
gis^2	192,3		113,91	24,03
g^2	204,0	13	114,84	25,50
fis^2	214,8		115,78	26,85
f^2	227,1		116,73	28,38
e^2	240,1		117,69	30,00
dis^2	253,8		118,65	31,72
d^2	268,2		119,62	33,52
cis^2	283,5	13½	120,60	35,43
c^2	299,7		121,59	37,46
h^1	316,8		122,58	39,60
b^1	334,9		123,59	41,86
a^1	354,0	14	124,60	44,25
gis^1	374,2		125,62	46,77
g^1	395,4		126,64	49,42

Tonhöhe.	Saitenlänge in Millimetern.	Saitendicke. Nr.	Spannung für 3 Saiten in Kilogr.	Anschlagslängen.
fis^1	418,1		127,68	52,26
f^1	441,9		128,72	55,23
e^1	467,1	14½	129,77	58,38
dis^1	493,8		130,83	61,72
d^1	524,1		131,91	65,51
cis^1	551,7		132,99	68,96
c^1	583,2		134,08	72,90
h^0	616,5	15	135,17	77,06
b^0	651,6		136 28	81,84
a^0	688,8		137,39	86,10
gis^0	728,1		138,52	91,01
g^0	769,6	15½	139,65	96,20
fis^0	813,5		140,79	101,69
f^0	360,0		141,94	107,50
e^0	916		143,10	114,5
dis^0	970	16	144,27	121,2
d^0	1022		145,45	127,7
cis^0	1073		146,64	134,1
c^0	1123	17	147,84	140,3
H$_0$	1171		149,06	146,3
B$_0$	1217	18	150,27	152,1
A$_0$	1261		151,51	157,6
Gis$_0$	1303	19	152,74	162,8
G$_0$	1343		154,00	167,8
Fis$_0$	1381	20	155,26	172,6
F$_0$	1417		156,52	177,1

Verte!

wird die Schwierigkeiten, welche sich darbieten, leicht überwinden.

Ebenso ist der Uebergang von zweisaitig bezogenen Tönen zu den einsaitigen durch Belederung auszugleichen.

Sollten die vorgenannten Abweichungen ganz vermieden werden, so müßte jede Saitenlänge auch einen ihr angemessenen Durchmesser haben. Die Schwierigkeiten, diese verschiedenen Saitendicken zu erhalten, sind zu groß, und wir müssen, um jenem Fehler zu begegnen, zu praktischeren Grundsätzen bei Berechnungen von Mensuren unsere Zuflucht nehmen.

Eine empfehlenswerthe Methode von praktischer Seite betrachtet ist, daß die Saitenlängen den Schwingungszahlen umgekehrt proportional gesetzt werden, aber stets mit Berücksichtigung der Saitendicken.

Das kürzeste Verfahren ist demnach folgendes:

Man nehme die in der vorigen Tabelle berechneten Saitenlängen als Normalverhältnisse an. Z. B. cis^4 hat die längste Saite von Nr. 12 = 70 90 Millimeter. Wenn nun die Saitenlängen von cis^4 bis f^1 oder g^1 sich umgekehrt wie die Zahl ihrer Schwingungen verhalten sollen, so ist $\sqrt[12]{2}$ = log. 0,0250858 der Exponent, welcher so viel mal von cis^4 subtrahirt wird, als Saitenlängen mit dieser Nr. bezogen werden. Mit gis^3 als der längsten Saite von Nr. 12½ verfährt man ebenso; desgleichen mit dis^3 Nr. 13 u. s. w., bis man so weit gekommen ist, als sich dieses Verfahren anwenden läßt.

Unsere Saitenlängen werden demnach folgende sein:

	Saitenlängen in Millimetern.	Nr.	Anschlagslängen in Millimetern.
f^4	59,45		7,43
e^4	62,98		7,87
dis^4	66,73	12	8,34
d^4	70,69		8,83
cis^4	74,90		9,36
c^4	78,45		9,80
h^3	83,11		10,38
b^3	88 05	12½	11,00
a^3	93,29		11,66
gis^3	98,84		12,35
g^3	103,5		12,93
fis^3	109,6		13,70
f^3	116,1	13	14,50
e^3	123,0		15,37
dis^3	130,4		16,30
d^3	133,5		16,68
cis^3	144,8		18,08
c^3	153,4	13½	19,01
h^2	162,5		20,30
b^2	172,2		21,52
a^2	180,2		22,52
gis^2	190,9		23,86
g^2	202,3	14	25,28
fis^2	214,3		26,78
f^2	227,1		28,38
e^2	237,8		29,72
dis^2	251,9		31,48
d^2	267,0	14½	33,37
cis^2	282,8		35,35
c^2	299,7		37,46
h^1	313,8		39,22
b^1	332,5		41,56
a^1	352,2	15	44,02
gis^1	373,2		46,65
g^1	395,4		49,42

	Saitenlängen.	Nr.	Anschlagslängen.
fis¹	415,9		51,98
f¹	440,6		55,09
e¹	466,8	15½	58,35
dis¹	494,7		61,83
d¹	524,1		65,51
cis¹	546,7		68,33
c¹	579,1		72,38
h⁰	613,6	16	76,95
b⁰	650,0		81,25
a⁰	688,8		86,10
gis⁰	723,2		90,40
g⁰	766,2		95,77
fis⁰	811,8	17	101,40
f⁰	860,0		107,50
e⁰	911,1		113,80

Man könnte diese Berechnung noch für eine oder zwei Saitennummern fortsetzen, aber unbedingt nothwendig ist es nicht, weil in den tiefern Tönen eine geringe Abweichung von der Spannung nur wenig ins Ohr fällt und sich durch Belederung des Hammerkopfes so ziemlich ausgleichen läßt.

Beim Aufzeichnen dieser Mensur werden die Stiftlinien beider Stege, nicht wie bei der vorigen, fortlaufend, sondern in Absätzen sich bilden. Fünf Saitenlängen bilden immer, auf beiden Stegen, eine regelmäßig gebogene Linie. Es muß daher beim Aufzeichnen durchaus von der längsten, mittlern und kürzesten Saitenlänge eines jeden Absatzes, sowohl die Länge des Anschlags als die der ganzen Saiten angegeben werden; z. B. von den mit Nr. 17 bezogenen Tönen die Saitenlängen der Töne e^0 fis^0 gis^0; von Nr. 16 a^0 h^0 und cis^0 u. s. w.

Daß diese Methode, eine Saitenmensur für Fortepianos zu berechnen, eine bessere ist, leuchtet zu sehr ein. Um die Sache sehr genau zu machen, dürften nicht einmal fünf Saitenlängen gleiche Spannung haben, und es müßte darum die längste von diesen fünfen um etwas länger sein, damit die Spannung gleichmäßiger mit jeder Saitenlänge nach der Tiefe hin zunähme. Man hat aber demungeachtet schon viel bei diesem Verfahren gewonnen, und dem Egaliseur manche verdrießliche Stunde und Zeit erspart.

Noch genauer geht man bei Berechnung von Mensuren, wenn die erforderliche Spannung zur Grundlage der Berechnung gelegt wird, und danach die Saitendicke, und endlich zu diesen beiden Größen als dritte die der Saitenlänge gesucht wird.

Dieser Weg ist der einzige, um zu einer ganz richtigen Saitenmensur zu gelangen.

Die Saitenlängen können nach dieser Methode natürlich nicht nach einem unveränderlichen Exponenten wachsen, weil dem Verhältniß der Spannung angemessen, die Längen hin und wieder von einer stetigen Ab- oder Zunahme abweichen müssen.

Ich glaube jetzt hinlänglich gezeigt zu haben, daß für den Fortepianomacher einige mathematische Kenntnisse unumgänglich nothwendig sind, um den wissenschaftlichen Theil der Fortepiano-Baukunst für sich nützen zu können; und somit halte ich es auch für überflüssig, weitläufiger zu sein, weil es demjenigen, welcher diese Kenntniß besitzt, nunmehr leicht sein wird, meine Methode zu begreifen und zu gebrauchen, und für denjenigen, welcher diese Kenntniß nicht besitzt, weitere Erläuterungen, Tabellen u. dgl. doch nicht ausreichen.

§. 10.

Einige Bemerkungen über das Saitenspinnen.

Würden unsere Saitenfabrikanten Saitendraht von allen nur denkbaren Durchmessern fabriziren, so würde nichts leichter auszuführen sein als das Ueberspinnen der Saiten. So aber bietet uns das Material ein Hinderniß dar, welches wir durch alle nur möglichen Kunstgriffe zu überwinden trachten müssen. Es soll daher hier auf das aufmerksam gemacht werden, was zur Herstellung einer allen Forderungen entsprechenden übersponnenen Saite beobachtet werden muß.

Z. B. eine Saite von 1067 Millimeter Länge, 1,109 Millimeter Dicke gäbe bei einer Spannung von 80 Kilogramm den Ton a^0. Dieselbe Saite soll aber, wenn sie übersponnen ist, den Ton A_0 geben, also eine Oktave tiefer klingen. Es muß demnach das Gewicht unserer Saite, wenn sie den beabsichtigten Ton angeben soll, doppelt so viel betragen.

Wenn das Gewicht der bloßen Saite 8 Grammen beträgt, so muß das Gewicht des Spindrahts eben so viel betragen, wenn sie bei gleicher Spannung eine Oktave tiefer klingen soll.

Diejenigen, welche die hiezu erforderlichen mathematischen Kenntnisse besitzen, werden das Gewicht des Spinndrahts für jeden vorkommenden Fall leicht ausmitteln können. Diejenigen aber, welchen diese Kenntniß abgeht, thun wohl, ohne weitere Rechnung folgendermaßen zu verfahren:

Man wiege, bevor man die Saite spinnt, den Spinndraht genau. Nachdem die Saite besponnen ist, wiege man den Rest des Spinndrahts. Das daran Fehlende ist das Gewicht, um welches die Saite vermehrt worden, abge-

rechnet das kleine Stück, welches hinter dem Stege zur Befestigung des Spinndrahts dient; denn hier ist nur von dem schwingenden Theile der Saite die Rede.

Nachdem die Saite besponnen ist, spanne man sie wieder mit demselben Gewicht, womit sie früher unbesponnen gespannt war. Ist die Tonhöhe das beabsichtigte A_0, so hat man das Gewicht des Spinndrahts getroffen. Ist der Ton zu hoch, so ist der Spinndraht zu leicht, und die Saite muß entweder enger besponnen, oder, wenn dies nicht angeht, mit dickerem Spinndraht übersponnen werden. Ist der Ton zu tief, so ist das Gewicht des Spinndrahts zu groß, und das Gewicht desselben muß vermindert werden.

Wir sehen schon hieraus, daß selbst bei genauer Berechnung die Hauptschwierigkeit noch nicht überwunden ist. Der Rechner hat nur den Vortheil, daß er vorher weiß, wie viel er aufspinnen soll, aber wie viel er darauf gesponnen hat, weiß er ebenfalls auch erst, wenn er den Rest des Spinndrahts wiegt und abrechnet was daran fehlt.

Will man sich einzig und allein an die Dicke der Saite halten, so ist man bei der Ausführung bemerkbaren Abweichungen ausgesetzt, weil es uns, wie schon erwähnt wurde, die Herren Saitenfabrikanten nicht so bequem machen, und uns Saitendraht von jedem nur denkbaren Durchmesser liefern.

So schwierig die angegebene Methode auf den ersten Augenblick erscheinen mag, so ist sie es doch keineswegs. Anfänger in der Kunst werden einige Schwierigkeiten finden, denn sonst wäre es ja keine Kunst, ein gutes Piano zu machen. Man muß sich nicht bei den ersten mißlungenen Versuchen abschrecken lassen. Sobald die zum Ueberspinnen erforderliche Geschicklichkeit erworben ist, wird man nach der angegebenen

Methode das Gewicht des Spinndrahts so genau treffen, daß man kaum um eine bemerkbare Kleinigkeit abweicht.

In schwierigen Fällen ist Anfängern und Ungeübteren zu rathen, so viel Spinndraht als auf die Saite gesponnen werden soll, abzuwägen, und so viel mehr zu nehmen, als zur Befestigung desselben hinter den Stegen nöthig ist.

§. 11.

Ueber die Unreinheit des Klanges der Saiten.

Nach der gewöhnlichen Art, jede Saite vermittelst einer gedrehten Schlinge an den Stift zu hängen, ist es unmöglich, daß der Klang derselben immer rein bleiben kann. Beim Schlingendrehen wird die Saitenmasse am Ende ganz verdreht. Beim Spannen der Saite strebt das Gedrehte, sich wieder in seine ursprüngliche Lage zurück zu begeben, wodurch dieselbe ihrer Länge nach etwas gedreht wird. Anfangs erstreckt sich das Gedrehte nur vom Anhängestift bis an den Steg, und das Instrument klingt neu noch rein. Später aber erstreckt es sich über die ganze Saite und der Klang wird unrein, welches beim Stimmen sehr hinderlich ist, indem man öfters nicht beurtheilen kann, ob der Ton oder der Klang der Saite unrein ist.

Diesen Verdrehungen beugt man dadurch vor, daß man je zwei Saiten mit einander verbunden läßt, so daß sie gemeinschaftlich durch einen einzigen Stift gehalten werden.

Dieses hat nicht allein den Vortheil, daß diese Ursache der Unreinheit der Saiten wegfällt, sondern auch noch denjenigen, daß sie weniger zerspringen und weit besser Stimmung halten. Die zusammengedrehte Schlinge gibt immer etwas nach. Man findet diesen Unterschied am auffallendsten an einem Piano, wo beide Befestigungs-

arten der Saiten angebracht sind. Diejenigen Saiten, welche Schlingen haben, verstimmen sich immer leichter als die andern.

Noch eine Ursache des unreinen Saitenklanges sind die häufig zu schwach angewandten Stegstifte. Beim Erklingen der Saite werden diese, wenn sie nicht genug Widerstand leisten können, mit in Vibration gebracht. Hierdurch werden die Vibrationen der Saite in ihrer Gleichzeitigkeit so gestört, daß der Klang derselben so unrein erscheint, wie bei der verdrehten Saite. Am unerträglichsten ist diese Erscheinung bei dreisaitigen Tafelpianos, welche fast nie in reine Stimmung zu bringen sind. Man sollte daher Tafelfortepianos nie dreisaitig beziehen, denn es fehlt hier der Raum für die Stegstifte gänzlich. Für die höhern Oktaven, wo man wegen den geringern Saitendicken noch hinlänglich Raum für die Stifte findet, ist der dreisaitige Bezug unnöthig. Wo zwei Saiten, wenn sie nach dem im §. 6 ausgesprochenen Grundsatze gewählt sind, dem Resonanzboden keinen Klang entlocken können, werden es drei ebenfalls nicht vermögen, sondern den Klang nur noch unreiner machen.

Die Flügelform allein erlaubt es, drei Saiten ohne Nachtheil anzuwenden. Bei allen andern Formen ist es theils unnöthig, theils nachtheilig.

§. 12.

Ueber den metallenen Saitenhalter und dessen Einfluß auf den Klang.

Der Einfluß des metallenen Saitenhalters ist sowohl hinsichtlich des Klanges als auch der Klangfarbe bedeutend. Vergleicht man die Wirkung zweier Saitenhalter, wovon der eine von Gußeisen, der andere von dünnen,

etwa einer Linie dickem, Eisenblech ist, so findet man einen bedeutenden Unterschied. Das dünne Eisenblech kann den Schwingungen der Saiten nicht genug widerstehen, und nimmt dieselben wie der Resonanzboden an, wodurch ein Fortleiten der Saitenschwingungen entsteht.

Der Saitenhalter von Gußeisen*) oder auch einem andern Metall, wenn er nur hinlängliche Masse hat, widersteht diesen Schwingungen mehr und hindert die Fortleitung. Es wird mithin die ganze oder vielmehr die größtmögliche Summe der Schwingungskraft auf den Resonanzboden übertragen. Bei der nähern Bestimmung des Saitenhalters ist nicht allein die Masse, sondern auch die Form desselben zu berücksichtigen.

Vielfache Experimente lehrten mich, daß die Entfernung des Anhängestiftes vom Stege ein gewisses Verhältniß haben müsse. Diesen Grundsatz habe ich auch schon früher beim Saitenhalter von Holz ausgesprochen.

---

*) Der gußeiserne Saitenhalter wurde, so viel ich habe ausmitteln können, zuerst in Neu-York angewandt. Ich fand daselbst, im Jahr 1840, Fortepianos mit gußeisernen Saitenhaltern, welche nach genauer Untersuchung zwanzig Jahre alt waren. Ein Beweis, daß sie dort zuerst angewandt wurden. Später findet man sie in London und Paris. Allem Vermuthen nach hat das Klima diesen Gedanken erweckt; denn selten ist ein in Europa gebautes Piano für jenes Klima solid genug, die wenigsten sind für längere Zeit brauchbar. Es ist häufig der Fall, daß europäische Pianos, wenn sie nicht in vorzüglichen Ateliers verfertigt worden sind, sogleich nach der Ankunft reparirt werden müssen. Ich habe mich selbst überzeugt, daß Instrumente, die in Europa gut Stimmung hielten, in Amerika sich außerordentlich verstimmten. Selbst die besten Londoner und Pariser halten dort kaum halb so lange die Stimmung, als in ihrem Vaterlande. Offenbar mußte ein denkender Kopf in Amerika eher als in Europa auf die Idee des gußeisernen Saitenhalters kommen. Wer aber diesen Gedanken zuerst gehabt, habe ich, ungeachtet aller Nachforschungen, nicht erfahren können. Es

Bei der Untersuchung des metallenen Saitenhalters fand ich diesen Grundsatz auffallend bestätigt. Ist der Anhängestift einer Baßsaite dem Stege zu nahe, so verlieren die Schwingungen der Saite, nach dem ersten Momente des Anschlagens, auffallend. Der Klang ist im ersten Moment wohl stark genug, aber nicht anhaltend, und seine Farbe erscheint etwas grell. Am genauesten läßt sich diese Beobachtung in der kleinen Oktave machen. Hier ist auch die Wirkung des Resonanzbodens am unabhängigsten. Anders verhält es sich mit den Diskantsaiten. Hier muß der Anhängestift dem Stege nahe gesetzt werden, wenn die Wirkung kräftig sein soll.

Fragen wir nun, in welcher Entfernung der Anhängestift vom Stege sein soll, so können wir diese Frage nur aus der Beobachtung beantworten. Es ist nicht zu läugnen, daß hier ein Verhältniß existirt, welches den Saitenlängen proportional ist, wenn gleich Abweichungen davon nicht so bemerkbar ins Ohr fallen. Halten wir uns an die mittlern Oktaven, so ergibt sich, wenn der Anhängestift dem Stege viel näher steht, als die Anschlagslänge derselben Saite beträgt, ein Mangel an Vollheit, Rundung *) des Klanges. Ein ähnlicher Mangel ergibt sich auch, wenn der Anhängestift eine viel größere Entfernung als die Anschlagslänge hat, und dieser Mangel wird um so bemerkbarer bei Saiten, welche in der Mitte oder ziemlich weit von der Auflage des Resonanzbodens liegen.

---

geht auch hier wie bei allen Erfindungen, Jeder will der Erfinder sein, selbst wenn er nicht im Stande ist, die Sache zu begreifen.

*) Es ist schwer, für diese Modifikation des Klanges einen genau bezeichnenden Ausdruck zu finden. Die geübteren meiner Kunstverwandten werden mich wohl verstehen und durch Nacherperimentiren finden, was damit bezeichnet werden soll.

Wir haben demnach Grund anzunehmen, daß die Entfernung des Anhängestiftes vom Stege sich zur Saitenlänge verhält, wie die Anschlagslänge zu der Saitenlänge. Dieses Verhältniß läßt sich, wie jeder Praktiker sogleich einsieht, für die Saiten der letztern Oktaven nicht genau in Anwendung bringen. Deßhalb suche man, da wo dieses Verhältniß nicht mehr genau beibehalten werden kann, den Anhängestift so nahe zu setzen, als es die Einrichtung erlaubt. Eben sowohl kann auch eine kleine Abweichung von diesem Verhältniß bei den tiefern Baßsaiten ohne merklichen Nachtheil statt finden, zumal wenn die Länge des Anschlags zu $1/8$ angenommen wird, wo es alsdann an Raum fehlt, den Anhängestift so weit vom Stege zu entfernen, als die Länge des Anschlags beträgt.

Zweiter Abschnitt.

Ueber die Bearbeitung des Resonanzbodens und der damit verbundenen Theile.

---

§. 13.

Vorbemerkungen.

Die Saite bietet an sich selbst der Luft eine zu geringe Berührungsfläche dar, als daß sie dieselbe in solche Vibration setzen könnte, welche auf unsere Gehörwerkzeuge in größerer Entfernung zu wirken im Stande wären. Der Resonanzboden ist daher das wesentliche Mittel, uns die Schwingungen der Saite zur Wahrnehmung zu bringen. Er ist kein bloßes Verstärkungsmittel, sondern das Magazin der Töne selbst. Durch ihn ist hauptsächlich Stärke des Klanges und die verschiedenen Klangfarben bedingt. Er ist mithin ein höchst wesentlicher Apparat, so zu sagen die Seele des Instruments.

Der Resonanzboden, insofern er allen Anforderungen entsprechen soll, muß erstens eine hinlängliche Fläche darbieten, und zweitens eine seinem Flächeninhalt entsprechende Dicke haben.

Eine nähere Untersuchung über Flächenschwingungen wird uns das Bild des Resonanzbodens deutlicher machen.

Betrachten wir die von Chladni entdeckten und bekannt gemachten Flächenschwingungen, so beschränken sie sich bloß auf Metall oder Glasscheiben, welche nach allen Richtungen gleiche Elastizität haben. Verschieden von diesen Schwingungen sind wegen der Fasern diejenigen des Holzes, namentlich des Tannenholzes, über welche ich unter andern folgende, für den Resonanzboden einflußreiche Beobachtungen gemacht habe:

Wenn man eine quadratförmige Metall- oder Glasscheibe im Mittelpunkt festhält und sie in der Mitte der Kante mit einem Violinbogen streicht, so erscheint auf der mit Sand bestreuten Oberfläche derselben die Klangfigur wie sie in der Fig. 5 angegeben ist, man mag nun streichen an welcher Kante man will, wenn es nur in der Mitte derselben geschieht.

Bei Tannenholz ist diese Figur gar nicht hervorzubringen, weil dieses nicht nach allen Richtungen hin gleiche Elastizität besitzt.

Die Fig. 6 läßt sich bei Tannenholz noch hervorbringen, sobald man zwei ruhig bleiben sollende Stellen berührt.

Zwei Stäbe von Tannenholz von gleicher Dicke und Breite, von denen bei einem die Fasern der Länge nach, beim andern quer laufen, geben gleiche Tonhöhe, wenn derjenige, an welchem die Fasern quer laufen, ungefähr $^2/_5$ der Länge des andern hat. Man sieht, daß der Unterschied der Elastizität zwischen beiden Stäben in diesem Falle zu groß ist, als daß man die Gleichförmigkeit der Klangfiguren wie bei Glas- oder Metallscheiben erwarten dürfte.

Die Klangfiguren ziehen sich bei Holz stets der Länge der Fasern nach.

Schlägt man einen starken Stift in ein quadratförmiges tannenes Brett und streicht man denselben mit einem Violinbogen, so klingt er höher wenn er in der Richtung der Fasern des Holzes gestrichen wird, als wenn die Richtung des Streichens einen rechten Winkel mit den Fasern bildet.

Ein Stift in eine starke Leiste eingeschlagen, welche rechtwinklich über die Fasern eines Resonanzbodens geleimt ist, klingt, wenn er in der Richtung der Fasern des Resonanzbodens gestrichen wird, tiefer als wenn man ihn in der Richtung der Leiste streicht. Vermindert man nach und nach die Dicke der Leiste und streicht den Stift in der Richtung derselben, so sinkt der Ton immer mehr und mehr, und wird zuletzt tiefer, als wenn er in der Richtung der Fasern des Resonanzbodens gestrichen wird.

Befindet sich ein Stift in einem Stege von beträchtlichem Querschnitt, so daß der Ton desselben beim Streichen in der Richtung des Steges weit höher klingt, als wenn der Bogen rechtwinkelig mit dem Stege geführt wird; und will man nun mit dem Bogenstrich aus einer Richtung in die andere übergehen, so erscheint kein anderer bestimmbarer Ton, sondern es entsteht ein Gemisch von Tönen.

Die Tonhöhe eines auf diese Weise befestigten Stiftes hängt in den erwähnten Fällen nicht von der Länge des hervorstehenden Theils ab, sondern mehr von dem Mitschwingen derjenigen Stelle, wo der Stift zunächst eingeschlagen ist. Soll die Tonhöhe eines Stiftes unverändert bleiben, so darf nur der hervorstehende Theil desselben schwingen, und diejenige Stelle, welche den Stift festhält, muß so beschaffen sein, daß sie nicht in demselben Zeitraume zu schwingen im Stande ist. Dieses

ist der Fall, wenn der Stift auf einer Stelle befestigt wird, die, wenn sie selbst schwingen würde, viel schnellere Schwingungen machte, als der Stift selbst. In diesem Falle bleibt auch bei jeder Richtnng des Streichens die Tonhöhe dieselbe.

Hieraus sieht man, daß der Resonanzboden, namentlich die Stelle, wo er zum Klingen gebracht wird, auf die Schwingungen derjenigen Körper zurückwirkt, durch welche er zum Klingen gebracht wird.

Die Schwingungen der Saite sind zwar, hinsichtlich der absoluten Anzahl, unabhängiger vom Resonanzboden; aber er wirkt doch zuweilen stärker oder schwächer auf die Wiederholung derselben, und zwar in Fällen, wenn der Steg auf der Stelle, wo die Saite mit ihm in Berührung kommt, mehr oder weniger nachgiebig ist. In diesem Falle entsteht diejenige Unvollkommenheit, welche wir Ungleichheit der Klangstärke nennen.

Zur Beseitigung dieses Fehlers tragen nun bei:

1) eine den Verhältnissen entsprechende Dicke des Resonanzbodens;
2) hinreichender Widerstand des Steges;
3) die Berippung, und
4) die Anwendung und zweckmäßige Form des metallenen Saitenhalters.

§. 14.

Ueber die Dicke des Resonanzbodens und den Einfluß derselben auf die Klangstärke und Klangfarbe.

Der Resonanzboden eines Instrumentes mit metallenem Saitenhalter muß aus einem andern Gesichtspunkte betrachtet werden, als der Resonanzboden der ältern Bauart. Er wird durch den Saitenhalter weit mehr den Schwingungen der Saiten unterworfen, und versagt nur bei einer sehr fehlerhaften Bearbeitung seine Dienste.

In Hinsicht der Klangstärke der Resonanzböden haben mir zahlreiche Versuche folgende Resultate geliefert *):

Resonanzbodendicke in Millimeter.	
4,0 4,5	bemerkbar schwächer im Klange, mit weniger angenehmer Klangfarbe.
5,0 5,5 6,0 6,5	beinahe gleiche Klangstärke, während die Klangfarbe mit der steigenden Dicke sich verändert und kraftvoller wird.
7,0 7,5 8,0 8,5 9,0 9,5 10,0	Abnahme der Klangstärke mit angenehmer Klangfarbe.

Die Dicke zwischen 5,0 bis 6,5 ist demnach die vortheilhafteste, und wird in jedem Falle, wenn der Bezug nicht zu schwach gewählt ist, die besten Dienste

*) Man muß bei derartigen Versuchen, Resonanzböden von gleicher Holzart, gleicher Gestalt und Größe, aber verschiedener Dicke, durch geeignete Mittel zum Klange bringen, dabei aber sorgfältig vermeiden, daß nicht andere Gegenstände auf den Klang einwirken.

leisten. Sollten sich je Mängel zeigen, so darf man mit Gewißheit annehmen, daß der Fehler nicht in der Dicke des Resonanzbodens zu suchen ist.

Die Erfahrung lehrt uns, daß die Dicke des Resonanzbodens immer mit der Stärke des Saitenbezuges in einem gewissen Verhältnisse stehen muß, wenn die Klangstärke, so wie die Klangfarbe, ihren Culminationspunkt erreichen sollen. Bei obigen Versuchen hat das a^0 eine Spannung von 98 Kilogramm. Wird nun die Spannung des a^0 größer angenommen, so muß auch in demselben Verhältniß die Dicke des Resonanzbodens wachsen, und so umgekehrt, wenn die Spannung des a^0 weniger beträgt. Die Dicke des Resonanzbodens steht also im geraden Verhältnisse mit der Spannung des Bezuges.

§. 15.

Einige Bemerkungen über den Steg.

Wir sahen im §. 1, wie die Schwingungen der Saite den Resonanzboden in Bewegung setzen. Je länger es dauert bis die Saite zur Ruhe kommt, desto länger dauert der Klang. Die Saite hört aber nach §. 12 eher zu schwingen auf, wenn der Steg zu schwach oder zu nachgiebig ist. Der auf dem Stimmstock ruhende Steg kann schon wegen seiner festen Auflage nicht so nachgeben, als der auf dem Resonanzboden aufliegende. Letzterer muß, wenn er den Schwingungsstößen gehörigen Widerstand leisten soll, einen ziemlichen Querschnitt haben und von sehr festem Holze sein.

Nach meiner Erfahrung sollte der Querschnitt des Stegs nicht weniger als 695 Quadrat-Millimeter betragen, was für denselben eine Höhe von 24 Millimeter und eine Breite von 29 Millimeter zweckmäßig macht.

§. 16.

Ueber Berippung des Resonanzbodens.

Es hat gewiß kein Fortepianomacher existirt, der nicht in der Berippung des Resonanzbodens etwas zu entdecken bemüht gewesen wäre. Selbst jetzt noch findet man, daß zahlreiche Beiträge zu diesen Rippenvariationen geliefert und die lächerlichsten Einfälle zu Tage gefördert werden. Alle haben wenigstens das Gute, daß man sich dadurch überzeugen kann, daß öfters entgegengesetztes Verfahren in der Berippung fast keinen wesentlichen Unterschied in der Klangstärke hervorbringt. Auch hier berühren sich die Extreme. Resonanzböden ohne Berippung thun öfters dieselbe Wirkung, wie solche, bei welchen eine zahlreiche Berippung angebracht ist. Die Berippung dient einzig dazu, eine gleichmäßige Spannung des Resonanzbodens zu erhalten.

Ein Fall, wo er der Berippung entbehren kann, ist, wenn er eine ziemliche Dicke hat, und so gestaltet ist, daß der Steg durchgängig nicht zu weit von der Auflage des Resonanzbodens entfernt ist. Es ist jedoch besser, den Resonanzboden nicht zu dick zu machen, und eine mäßige Berippung anzubringen. Die Rippen müssen aber, wenn sie von guter Wirkung sein sollen, so viel als möglich rechtwinklich mit den Fasern des Resonanzbodens laufen, und dürfen sich nicht vom Zweck entfernen, den Resonanzboden da, wo er zu wenig Spannung hat, zu unterstützen, um Gleichheit der Spannung herzustellen.

leisten. Sollten sich je Mängel zeigen, so darf man mit Gewißheit annehmen, daß der Fehler nicht in der Dicke des Resonanzbodens zu suchen ist.

Die Erfahrung lehrt uns, daß die Dicke des Resonanzbodens immer mit der Stärke des Saitenbezuges in einem gewissen Verhältnisse stehen muß, wenn die Klangstärke, so wie die Klangfarbe, ihren Culminationspunkt erreichen sollen. Bei obigen Versuchen hat das a^0 eine Spannung von 98 Kilogramm. Wird nun die Spannung des a^0 größer angenommen, so muß auch in demselben Verhältniß die Dicke des Resonanzbodens wachsen, und so umgekehrt, wenn die Spannung des a^0 weniger beträgt. Die Dicke des Resonanzbodens steht also im geraden Verhältnisse mit der Spannung des Bezuges.

§. 15.

Einige Bemerkungen über den Steg.

Wir sahen im §. 1, wie die Schwingungen der Saite den Resonanzboden in Bewegung setzen. Je länger es dauert bis die Saite zur Ruhe kommt, desto länger dauert der Klang. Die Saite hört aber nach §. 12 eher zu schwingen auf, wenn der Steg zu schwach oder zu nachgiebig ist. Der auf dem Stimmstock ruhende Steg kann schon wegen seiner festen Auflage nicht so nachgeben, als der auf dem Resonanzboden aufliegende. Letzterer muß, wenn er den Schwingungsstößen gehörigen Widerstand leisten soll, einen ziemlichen Querschnitt haben und von sehr festem Holze sein.

Nach meiner Erfahrung sollte der Querschnitt des Stegs nicht weniger als 695 Quadrat-Millimeter betragen, was für denselben eine Höhe von 24 Millimeter und eine Breite von 29 Millimeter zweckmäßig macht.

§. 16.

Ueber Berippung des Resonanzbodens.

Es hat gewiß kein Fortepianomacher existirt, der nicht in der Berippung des Resonanzbodens etwas zu entdecken bemüht gewesen wäre. Selbst jetzt noch findet man, daß zahlreiche Beiträge zu diesen Rippenvariationen geliefert und die lächerlichsten Einfälle zu Tage gefördert werden. Alle haben wenigstens das Gute, daß man sich dadurch überzeugen kann, daß öfters entgegengesetztes Verfahren in der Berippung fast keinen wesentlichen Unterschied in der Klangstärke hervorbringt. Auch hier berühren sich die Extreme. Resonanzböden ohne Berippung thun öfters dieselbe Wirkung, wie solche, bei welchen eine zahlreiche Berippung angebracht ist. Die Berippung dient einzig dazu, eine gleichmäßige Spannung des Resonanzbodens zu erhalten.

Ein Fall, wo er der Berippung entbehren kann, ist, wenn er eine ziemliche Dicke hat, und so gestaltet ist, daß der Steg durchgängig nicht zu weit von der Auflage des Resonanzbodens entfernt ist. Es ist jedoch besser, den Resonanzboden nicht zu dick zu machen, und eine mäßige Berippung anzubringen. Die Rippen müssen aber, wenn sie von guter Wirkung sein sollen, so viel als möglich rechtwinklich mit den Fasern des Resonanzbodens laufen, und dürfen sich nicht vom Zweck entfernen, den Resonanzboden da, wo er zu wenig Spannung hat, zu unterstützen, um Gleichheit der Spannung herzustellen.

Dritter Abschnitt.

Vom Mechanismus.

§. 17.

Einiges über Hebel und Hebelverbindung.

Der Mechanismus des Fortepianos ist eine Zusammensetzung verschiedener Hebel, daher der Fortepianomacher die Hebelgesetze kennen muß, namentlich wenn er einen neuen Plan für Instrumente machen soll.

Der Hebel ist ein fester Körper, der irgendwo einen Stütz- oder Drehpunkt (eine Axe) hat, worum er sich ganz oder zum Theil drehen kann; seine übrigen Punkte sind frei. Der Hebel dient zu Mancherlei; in der Mechanik des Fortepianos aber besonders, um mittelst kürzerer oder langsamerer Bewegungen auf einem andern Punkt weiter greifende, raschere hervorzubringen und rasche Stöße zu erzeugen.

In der Anwendung hat man Rücksicht auf Material und Gewicht des Hebels zu nehmen; bei Erörterung der Grundsätze über den Hebel sieht man hiervon ab, und denkt sich als Hebel bloße Linien, als Axen körperlose Punkte. Solche gedachte Hebel im Gegensatz der körperlichen oder physischen heißen reine oder mathematische.

Der Hebel ist zweiarmig, wenn der Drehpunkt nicht an sein Ende fällt (vergl. Fig. 7, 8 und 11), sonst einarmig (Fig. 9 und 12). Hebelarm heißt die grade Linie vom Drehpunkt entweder nach dem Punkt, wo die Kraft auf den Hebel wirkt, oder auch nach dem Punkt am Hebel, wo die Wirkung hervortreten soll. Daher sind in Fig. 7 und 8 a c und b c Hebelarme; in Fig. 9 aber a c Hebelarm einer von a ausgehenden oder auf a hinzuleitenden Kraft, b c Hebelarm für eine von b ausgehende oder nach b zu leitende Kraft. Beim zweiarmigen Hebel wird von einem Punkt dießseits des Drehpunktes auf einen Punkt jenseits desselben gewirkt, z. B. in Fig. 7 und 8 von a nach b; beim einarmigen Hebel fallen beide Punkte auf eine und dieselbe Seite vom Drehpunkt. Man sehe z. B. in Fig. 9 die Punkte a und b im Vergleich zum Drehpunkt c. Die verschiedene Lage dieser Punkte bringt auch mit sich, daß der zweiarmige Hebel grade nach der entgegengesetzten Seite wirkt, wie der einarmige; im Uebrigen hingegen gelten für beide die gleichen Gesetze.

Die Hebelarme sind bei der Bewegung des Hebels als Radien anzusehen; je kleiner ein Radius, desto kleiner der Weg, den er bei gleichem Grad der Drehung beschreibt, desto langsamer auch die Bewegung seiner Spitze; dasselbe gilt also auch von dem Hebelarme. Je größer der Radius oder Hebelarm, desto größer und rascher ist die Bewegung seiner Spitze bei gleichem Grade der Drehung. Wird irgend ein Punkt des Hebels bewegt, so müssen sich die andern gleichzeitig mitbewegen. Bewegt man daher einen kürzern Hebelarm, so macht der längere in gleicher Zeit eine Bewegung, die nach dem Verhältniß seiner größern Länge größer und rascher ist, als die gleichzeitige des kürzern Hebelarmes.

Wirkt der längere Hebelarm mit seiner Spitze auf den kürzern Hebelarm eines zweiten Hebels, so wird der

berührte Punkt des zweiten Hebels die verstärkte Schnelligkeit erhalten, die der berührende Punkt des erstern Hebels hat. Der längere Hebelarm des zweiten Hebels muß der Bewegung des kürzern folgen und sich um so rascher bewegen, als sich der kürzere bewegt, und er selbst länger als dieser ist. Den längern Arm des zweiten Hebels kann man wieder auf einen dritten Hebel wirken lassen, und dadurch eine weitere Steigerung der Schnelligkeit erzielen.

Die verschiedene Schnelligkeit der Spitzen ungleich langer Arme eines bewegten Hebels verhält sich wie die Längen der fraglichen Hebelarme. Ist demnach in Fig. 7 a c = b c, so sind die Schnelligkeiten von a und b gleich. Ist in Fig. 8 b c = 2 a c, so ist die Schnelligkeit von b zweimal so groß als die von a.

Soll durch den Hebel von einem Punkt aus an einen andern eine gewisse Kraft übertragen werden, so gilt das Gesetz, daß die Wirkung um so gewichtiger ausfällt, als der zweite Punkt näher am Drehpunkt des Hebels liegt. Auch hier entscheidet also die Länge der Hebelarme, hingegen im rein umgekehrten Verhältniß; denn was die Raschheit der Bewegung steigert, mindert in gleichem Verhältniß die Gewichtigkeit der Kraft, was die Gewichtigkeit der Kraft steigert, mindert in gleichem Verhältniß die Raschheit der Bewegung.

Wirkt der Kraft vom zweiten Punkt aus eine andere Kraft entgegen, und soll diese ihr die Waage halten; so muß sie sich zu der erstern umgekehrt wie die Länge der beiden Hebelarme verhalten. Ist z. B. in Fig. 7 p Kraft und q Gegenkraft, und a c : b c = 1 : 1, so halten sich beide Kräfte die Waage, wenn sie gleich groß sind. Sind in Fig. 11 $\left\{\begin{matrix}ab\\ab\end{matrix}\right\}$ und $\left\{\begin{matrix}bd\\bc\end{matrix}\right\}$ Hebelarme und $\left\{\begin{matrix}ab : bd = 1 : 3\\ab : bc = 1 : 7\end{matrix}\right\}$, so verhalten sich die Kräfte,

die sich in $\begin{Bmatrix} a \\ a \end{Bmatrix}$ und $\begin{Bmatrix} d \\ c \end{Bmatrix}$ das Gleichgewicht halten, wie $\begin{Bmatrix} 3 : 1 \\ 7 : 1 \end{Bmatrix}$; hingegen die Wege und die Raschheit von $\begin{Bmatrix} a \\ a \end{Bmatrix}$ und $\begin{Bmatrix} d \\ c \end{Bmatrix}$ bei Bewegung des Hebels, wie $\begin{Bmatrix} 1 : 3 \\ 1 : 7 \end{Bmatrix}$. Fig. 12 stellt den Fall für einen einarmigen Hebel dar. a b : a c = 7 : 1 Schnelligkeitsverhältniß b : c = 7 : 1; Kraft in b, welche eine Kraft in c im Gleichgewicht hält, = 1 : 7.

Eine Kraft, welche nicht senkrecht auf die Hebelarme wirkt, geht zum Theil verloren, indem sie sich in gewissem Verhältniß am Widerstand des Drehpunkts erschöpft. Sie wirkt so viel weniger, als sie weniger wirken würde, wenn sie zwar senkrecht auf den Hebelarm träfe, dieser aber nur so lang wäre, als ein Perpendikel, vom Drehpunkt aus auf die wahre Richtung der Kraft gefällt. In Fig. 10 sind a c und b c Hebelarme, in a und b angehängte Lasten würden nicht senkrecht auf die Hebelarme wirken; c d und c e sind Perpendikel vom Drehpunkt auf die Richtungen der Kräfte, und die Längen dieser Perpendikel sind statt der Länge der Hebelarme der Berechnung zu Grunde zu legen, wenn man wissen will, welche Kraft in a einer Gegenkraft in b die Waage hält.

Wird die Richtung, in der eine Kraft auf den Hebelarm wirkt, bei Bewegung des Hebels senkrechter; so verstärkt sich damit auch der Einfluß der Kraft.

Würde in Fig. 10 der Hebel a c b so gedreht, daß a c in der Richtung von d e fiele, so würde die Kraft in a senkrecht auf den Hebel wirken; hingegen der Winkel der in b angehängten Kraft wäre noch ungünstiger geworden als vorher. Es ist vortheilhafter, im ersten Augenblick, wo der Hebel angeregt wird, senkrecht auf den Hebelarm wirken zu können.

Eine Steigerung der Hebelwirkung durch verbundene Hebel veranschaulicht Fig. 13. Hier zeigen sich drei Hebel; bei jedem verhält sich der kürzere Arm zum längern wie 1 : 4. Wird nun der mittlere Hebel in d mit b und e mit g in Verbindung gebracht, so wird eine Schnelligkeit, die in a = 1 ist, in h = 64; und umgekehrt hält in h ein Gewicht von 1 einem Gewicht von 64 in a die Waage.

Bei Anwendung des Hebels muß der Techniker die Reibung möglichst beseitigen und ihren Einfluß und das Gewicht des Hebels, je nachdem es die Kraft unterstützt oder ihr entgegentritt, mit berücksichtigen. Beim Mechanismus des Fortepianos wird dies am leichtesten durch Wiegen der Beschwerung ausgemittelt, welche erforderlich ist, um die Ueberlast des Hebels aufzuwiegen und um die Reibung zu überwinden.

§. 18.

Der Hammmer und seine Bewegung.

Wenn wir den Mechanismus in seiner ganzen Wirksamkeit betrachten, und erwägen die Forderungen, welche von Seiten der Pianofortespieler gemacht werden, so finden wir, daß der Hammer und seine Bewegung die größte Aufmerksamkeit verdient. Beim Spiel wird verlangt, daß der Hammer im Verhältniß der angewandten Fingerkraft, die Saite stark oder schwach berührt. Ferner muß das Anschlagen des Hammers so schnell hinter einander wiederholt werden können, als es der ausgebildetsten Muskelkraft der Finger nur immer möglich ist die Tasten anzuschlagen.

Man kann annehmen, daß ein Hammer vermittelst der Taste in einer Sekunde vielleicht 20 bis 25 mal hinter einander anschlagen wird.

Soll dieses nun möglichst leicht ausgeführt werden, so ist nöthig zu wissen:

1) wie groß der Weg sein muß, den der Hammer von seinem Ruhepunkt bis zur Saite zu durchlaufen hat, damit
   a. ein so schnell auf einander folgendes Anschlagen statt finden kann und dabei
   b. der Hammer bei einem starken Anschlag die Saite mit der äußersten Kraft in Bewegung setzt;
2) wie lang der Hammer, und
3) wo der Angriffspunkt des Stößers sein muß.

Beim Reguliren zeigt uns die Erfahrung hinlänglich, welches Verhältniß das passendste von allen ist.

Macht der Hammer einen Weg von 50 Millimeter, so läßt sich der stärkste Stoß auf die Saite hervorbringen, und ausgebildeten Fingern gelingt das schnell wiederholte Anschlagen ohne weitere Schwierigkeit. Besser thut man aber in jedem Falle, den Hammerweg auf 48 Millimeter zu beschränken. Da dieses Verhältniß allen Forderungen vollkommen entspricht, so werden wir es beibehalten. Den Fall der Taste nehmen wir zu 6 Millimeter an, weil bei diesem Verhältniß das schnell wiederholte Anschlagen keine Schwierigkeit für die Finger darbietet, und die Taste doch noch Bewegung genug macht, um beim Niederdrücken die Geschwindigkeit des Hammers schneller oder langsamer zu bewirken.

Den Punkt, wo der Stößer den Hammer hebt, nehmen wir zu 12 Millimeter von dessen Drehungspunkt an. Obgleich die Entfernung dieses Punktes länger oder kürzer angenommen werden könnte, und die Länge des Hammers, d. h. die Entfernung vom Drehpunkt des Hammers bis zu dessen Scheitel, sich nach diesem Verhältniß bestimmen ließe; so würden wir doch in keinem Falle ein günstigeres Resultat erhalten, denn die Länge des Ham-

mers darf sich auch nicht viel von 115 Millimeter entfernen, wenn man nicht andere Vortheile aufopfern will.

Wir haben also für die Bewegung des Hammers (siehe Fig. 12) . . . . . . 48 Millim.
für die Entfernung des Angreifpunktes b 12 „
die Bewegung dieses Punktes ist nach der
Tastenbewegung zu bestimmen auf 6 „

Dieses gibt nach der Rechnung eine Länge für den Hammer von

$$\frac{12 \times 48}{6} = 96 \text{ Millimeter.}$$

Nun finden wir aber bei der Ausführung, daß die weichen Zwischenstoffe, die den Hammer mit dem Stößer und diesen wieder mit der Taste verbinden, ihrer Natur nach etwas nachgeben, und dem Hammer dadurch einige Bewegung und Geschwindigkeit rauben. Wir sind daher genöthigt, diesen Verlust durch die Erfahrung auszumitteln.

Pressen wir die Tasten so, daß die Last des Hammers auf dem Stößer ruht, ohne den Hammer von seiner Stelle zu heben, so finden wir, daß der geringe Zwischenraum, welchen der Stößer nöthig hat, um nach dem Auslösen wieder unter die Nase des Hammers zu treten, und das Nachgeben des Fütterungsstoffes beinahe 1 Millimeter beträgt.

Es bleiben uns mithin nur 5 Millimeter effektive Bewegung für den Angriffspunkt b.

Unsere Hammerlänge zu 96 Millimeter wird also nur $\frac{5 \times 96}{12} = 40$ Millimeter Hammerweg machen.

Um nun unsern Zweck vollkommen zu erreichen, muß unsere Hammerlänge $\frac{12 \times 48}{5} = 115{,}2$ betragen.

§. 19.

Construction und Lage des Hammers.

Die Fig. 15 stellt den Hammer in seiner Ruhelage dar.

Ziehen wir nun von seinem Drehpunkte aus eine Horizontallinie e, so darf die Nase des Hammers a höchstens zwei Millimeter unter dieser Linie sein. Steigt der Hammer bis zum Auslösen, so ist die Nase drei Millimeter über der Horizontallinie. Tritt die Nase weiter unter diese Linie, und hat der Stößer etwa eine ziemlich schräge Stellung; so erschwert dieses die Hebung des Hammers im ersten Moment sehr. Besser ist es immer, wenn die Hammernase eher weniger als mehr unter die Horizontallinie tritt, Spiel und Auslösung sind dann leichter; 1 bis 1,5 Millimeter genügt daher vollkommen.

In Bezug auf die Länge des Hammers muß jederzeit vom Drehpunkt f bis zum Hammerscheitel b gemessen werden. Wollte man, wie gewöhnliche Arbeiter verfahren, die Länge des Hammerstiels von f bis c annehmen, so würden bei verschiedenen Hammerkopfhöhen (c b) auch verschiedene Hammerlängen entstehen, mithin die Spielart der Rechnung keineswegs entsprechen.

§. 20.

Der Clavis und sein Unterstützungspunkt.

Der Unterstützungspunkt des Clavis liegt, wie man schon aus der Rechnung sieht, zwischen dem Drehpunkt des Stößers (d) und demjenigen Punkt, wo der Finger die Taste beim Spielen berührt, genau in der Mitte.

Der Berührungspunkt der Untertaste fällt in die Mitte desjenigen Theils, um welchen sie länger ist, als die Obertaste. Der Berührungspunkt der Obertaste ist immer 18 bis 20 Millimeter kürzer als sie wirklich ist, anzunehmen.

§. 21.

Auslösung des Hammers.

Die Auslösung des Hammers kann auf vielfache Weise bewirkt werden. Bei der Wahl einer Auslösung hat man aber hauptsächlich zu prüfen, ob dieselbe

1) so wenig als möglich der Veränderung unterworfen ist, und
2) so wenig als möglich Friction hat, damit sie das Spiel nicht unnöthigerweise erschwert.

Je einfacher die Auslösung bewirkt werden kann, desto besser ist es für den ganzen Mechanismus; sie ist um so solider, als sie einfacher ist, und überhaupt ist jede Auslösung schon dann verwerflich, wenn man sie auf eine noch einfachere Art bewirken kann.

Hat der Hammer die Lage wie in Fig. 15, so genügt zur Auslösung eine Stellschraube g in den Stößer. Diese Auslösung ist sicher und entspricht allen Anforderungen.

Im Jahr 1828 wendete ich diese Auslösung zuerst an, und noch jetzt hat sich dieselbe neben jeder andern als eine der vorzüglichsten bewährt.

Fig. 16, allgemein unter dem Namen Betzold-sche Auslösung bekannte, läßt bei einer guten Einrichtung auch ein gutes Spiel zu, und wird es noch um so mehr, wenn man den kurzen Arm mehr verlängert, als es gewöhnlich geschieht. Das Verhältniß der beiden Arme sollte stets wie 1 : 2 sein.

Fig. 17 ist eine Auslösung, welche immer die meiste Friction hat. Um diese Friction weniger fühlbar zu machen, muß man dem Stößer eine ziemliche Länge geben, und die Stellschraube so hoch als es die Einrichtung erlaubt, anbringen.

§. 22.

Nachträgliche Bemerkungen zur Construction von Mechanismen.

I.

Ohne Kenntniß der Gesetze des Hebels ist es schwerer, ja fast unmöglich, einen in jeder Hinsicht befriedigenden Mechanismus zu entwerfen. Prüft man die Menge der existirenden Mechanismen nach den Grundsätzen der Mechanik, so sieht man deutlich, daß die Mehrzahl derselben ganz planlose Zusammenstellungen sind.

Ein Beispiel von einer unzweckmäßigen Zusammensetzung von Mechanismus sei mir erlaubt hier zu erwähnen. Der Mechanismus, Fig. 27, ging aus dem Ehrhard'schen (franz. Erard) Attelier hervor, und fand in manchem andern Eingang, und zwar nur aus dem Grunde, weil ein berühmter Klavierspieler (Liszt) einen Flügel, in dem dieser Mechanismus angebracht war, mit sich auf Reisen führte. Dergleichen gegen alle Regeln der Mechanik zusammengesetzte Mechanismen gibt es in Menge, ich wählte aber den genannten hauptsächlich darum, weil er aus einem Attelier hervorging, welches jedem Fortepianomacher bekannt ist. Dem Grundsatz: daß jeder zu sehr gekünstelte Mechanismus verwerflich ist, sobald man den Zweck desselben auf eine einfachere Art erreichen kann, sollte man stets treu bleiben. Bei unserm fraglichen Mechanismus befinden sich zwischen dem Hammer und Clavis zu viel Theile, die, selbst wenn sie nach den

Grundsätzen der Mechanik zusammengesetzt sind, weniger leisten, als der einfache Stößer, welcher mit dem Clavis verbunden direkt den Hammer hebt. Aber dieses ist nur der kleinste Fehler; die Hauptfehler liegen mehr darin, daß ein Theil den andern in seiner Bewegung zu hemmen sucht, und worauf hier hauptsächlich aufmerksam gemacht werden soll.

Der Theil a c hat zwei Drehpunkte, welche in verschiedenen Richtungen bewegt werden. Die Richtungslinie dieses Theils geht nach b, und in dieser Richtung sollte die Kraft ungehindert wirken können. Der Drehpunkt c wird aber durch die unzweckmäßige Lage des Drehpunktes d nach der Richtung e gezogen, wodurch ein ziemlicher Theil der Kraft verloren geht. Richtet man auf die Linie a c b in c einen Perpendikel auf und setzt den Drehpunkt d auf diese Perpendikel, so wird der Theil a c seine Richtung bei einer so kleinen Bewegung wenigstens nicht bemerkbar verändern, mithin der bewegenden Kraft nicht so hinderlich in den Weg treten. Prüfen wir ferner die Drehpunkte des Hammers und des Stößers in Beziehung auf denjenigen Punkt, wo der Stößer den Hammer hebt; so bilden diese drei Punkte offenbar einen zu stumpfen Winkel, und es müßte, wenn der Stößer in seiner Richtung bleiben soll, der Berührungspunkt f höher bis an die Linie h i gehen; oder wenn der Punkt f unverändert bleiben sollte, die Richtung des Stößers verändert werden, so daß der Drehpunkt desselben anstatt bei g nach k versetzt würde.

Ich glaube, durch dieses schon hinlänglich nachgewiesen zu haben, daß durch dergleichen Zusammensetzungen auch nicht eine einzige regelrechte Bewegung hervorgebracht werden kann. Soll eine Kraft ungehindert auf einen Punkt wirken, so muß die Richtungslinie derselben unverändert bleiben, und wenn dieses nicht gänzlich

vermieden werden kann, so wenig als möglich abweichen.

Wirkt z. B. eine Kraft von a nach b (Fig. 28) und zu gleicher Zeit eine andere gleiche Kraft von a nach c, so wird der Punkt a weder nach b noch nach c bewegt werden, sondern es geht aus beiden Kräften eine Kraft hervor, die ihre Richtung nach d nimmt. Man nennt sie die resultirende oder Mittelkraft.

Hier tritt offenbar eine Kraft der andern hindernd in den Weg, und dieses Hinderniß ist um so größer, je stumpfer der Winkel a b c ist. Würden diese beiden Kräfte in der Richtung a d wirken, so würde nicht allein Kraft, sondern auch Zeit bei der Bewegung erspart.

Stehen alle einzelnen Theile eines Mechanismus in richtigem Verhältniß zu einander, so soll nach unserer Rechnung der Clavis allein, ohne mit den übrigen Theilen in Berührung zu kommen, durch ein auf die Taste gelegtes Gewicht von . . . 14 Grammen im Gleichgewicht erhalten werden.

Beträgt dieses Gewicht weniger, so kann bei einer geringen Reibung leicht eine Stockung in der Bewegung eintreten. Beträgt das Gewicht mehr, so erschwert dieses das Spiel unnöthigerweise.

Die Kraft, welche den Hammer an seinen Angriffspunkt hebt, soll einem Gewicht von . . . . 31,2 „ gleich kommen. Den Dämpfer zu heben bedarf es einer Kraft von . . 15,6 „

Das Gewicht des Stößers, welcher den Hammer hebt, beträgt . . 2,5 „

Mithin ist die Kraft, welche den ganzen zu einem Clavis gehörigen Mechanismus im Gleichgewicht hält, einem Gewicht gleich von . . . . . 63,3 Grammen

Es gehört also noch eine etwas größere Kraft dazu, um den Mechanismus wirklich in Bewegung zu setzen. Ist wenig Reibung vorhanden, so wird sich der Widerstand beim Spiel kaum merklich vermehren; anders verhält es sich, wenn die Auslösung des Hammers wie in Fig. 17 bewirkt wird. Hier wird je nach der Geschwindigkeit der Bewegung, die Reibung mehr oder weniger fühlbar, und die Muskelkraft der Finger wird bei schnellen Passagen eher als bei jeder andern Auslösung erschöpft. Deßhalb sollte man diese, insofern man eine andere anzubringen im Stande ist, nie anwenden.

Der Begriff von leichter und schwerer Spielart ist bisher immer ein relativer gewesen; nimmt man aber das Gewicht zur Vergleichung, so läßt er sich fest bestimmen.

Verlangt ein Mechanismus, um das Gleichgewicht herzustellen, mehr Gewicht als obige Rechnung von 63,3 Grammen beträgt, so darf man schließen, daß seine Theile zu einander in unrichtigem Verhältnisse stehen. Durch eine gute Anlage und Bearbeitung läßt sich aber der oben berechnete Widerstand noch sehr vermindern, so daß ohne die Kraft des Hammeranschlags zu schwächen, nicht mehr als 46 Grammen Gewicht nöthig ist, um den Mechanismus im Gleichgewicht zu erhalten. Man kann demnach als Maximum des schwersten Spiels 63,3 Grammen und als Minimum 46 Grammen annehmen.

Ist ein Mechanismus nach den hier aufgestellten Grundsätzen bearbeitet, so wird jeder Spieler mit Leichtigkeit den Hammer nach Belieben regieren können, und des Pianozugs wird bald, gleich des Fagots- und Harfenzugs, welche in frühern Zeiten kindische Ohren belustigten, als einer Lächerlichkeit gedacht werden.

II.

Es war nicht meine Absicht, in dieser Schrift Zeichnungen von mehr Mechanismen zu geben, als ich zur Erläuterung der aufgestellten Grundsätze nöthig erachtete. Wer mit den Grundsätzen der allgemeinen Mechanik bekannt ist, und besonders das, was ich über Mechanik des Fortepiano-Baues gesagt, beachtet, wird keine Schwierigkeiten finden, für jede von der gewöhnlichen Construktion noch so verschiedene einen Mechanismus zu entwerfen. Es scheint mir aber nicht unangemessen zu sein, hier eines abwärtsschlagenden Mechanismus zu erwähnen, welchen Herr Greiner in Bockenheim (bei Frankfurt a. M.) bei seinen Instrumenten schon seit längerer Zeit anwendete (siehe Fig. 33). Der Hammer löst sich nur theilweise aus, und wird durch den Rückfall des Clavis von der Saite zurück nach oben bewegt, wodurch das Gegengewicht für den Hammer überflüssig ist. Der Dämpfer hat keinen besondern Hebel und wird, wie man sieht, durch das Gewicht des Clavis bewirkt; demnach entsteht das Forte, wenn die Liste a, woran die Hammerköpfe ruhen, nach unten bewegt wird. Dieß soll aber Herr Greiner seither wieder verändert haben, weil dadurch eine Verkürzung des Weges entstand, welchen der Hammerkopf beim gewöhnlichen Spiel durchläuft, und dadurch der Fall der Taste um ein Merkliches verändert und flächer wurde.

Beim Flügel hat Herr Greiner, da wo die Stimmnägel stehen, den hintern und vordern Theil des Clavis durch einen, etwa eine Linie dicken Streifen von Messing verbunden, welches zuläßt, daß man mit dem Stimmhammer durch die Zwischenräume der Claves zu den Stimmnägeln gelangt.

Dritter Abschnitt.

Vom Mechanismus.

§. 17.

Einiges über Hebel und Hebelverbindung.

Der Mechanismus des Fortepianos ist eine Zusammensetzung verschiedener Hebel, daher der Fortepianomacher die Hebelgesetze kennen muß, namentlich wenn er einen neuen Plan für Instrumente machen soll.

Der Hebel ist ein fester Körper, der irgendwo einen Stütz- oder Drehpunkt (eine Axe) hat, worum er sich ganz oder zum Theil drehen kann; seine übrigen Punkte sind frei. Der Hebel dient zu Mancherlei; in der Mechanik des Fortepianos aber besonders, um mittelst kürzerer oder langsamerer Bewegungen auf einem andern Punkt weiter greifende, raschere hervorzubringen und rasche Stöße zu erzeugen.

In der Anwendung hat man Rücksicht auf Material und Gewicht des Hebels zu nehmen; bei Erörterung der Grundsätze über den Hebel sieht man hiervon ab, und denkt sich als Hebel bloße Linien, als Axen körperlose Punkte. Solche gedachte Hebel im Gegensatz der körperlichen oder physischen heißen reine oder mathematische.

Der Hebel ist zweiarmig, wenn der Drehpunkt nicht an sein Ende fällt (vergl. Fig. 7, 8 und 11), sonst einarmig (Fig. 9 und 12). Hebelarm heißt die grade Linie vom Drehpunkt entweder nach dem Punkt, wo die Kraft auf den Hebel wirkt, oder auch nach dem Punkt am Hebel, wo die Wirkung hervortreten soll. Daher sind in Fig. 7 und 8 a c und b c Hebelarme; in Fig. 9 aber a c Hebelarm einer von a ausgehenden oder auf a hinzuleitenden Kraft, b c Hebelarm für eine von b ausgehende oder nach b zu leitende Kraft. Beim zweiarmigen Hebel wird von einem Punkt dießseits des Drehpunktes auf einen Punkt jenseits desselben gewirkt, z. B. in Fig. 7 und 8 von a nach b; beim einarmigen Hebel fallen beide Punkte auf eine und dieselbe Seite vom Drehpunkt. Man sehe z. B. in Fig. 9 die Punkte a und b im Vergleich zum Drehpunkt c. Die verschiedene Lage dieser Punkte bringt auch mit sich, daß der zweiarmige Hebel grade nach der entgegengesetzten Seite wirkt, wie der einarmige; im Uebrigen hingegen gelten für beide die gleichen Gesetze.

Die Hebelarme sind bei der Bewegung des Hebels als Radien anzusehen; je kleiner ein Radius, desto kleiner der Weg, den er bei gleichem Grad der Drehung beschreibt, desto langsamer auch die Bewegung seiner Spitze; dasselbe gilt also auch von dem Hebelarme. Je größer der Radius oder Hebelarm, desto größer und rascher ist die Bewegung seiner Spitze bei gleichem Grade der Drehung. Wird irgend ein Punkt des Hebels bewegt, so müssen sich die andern gleichzeitig mitbewegen. Bewegt man daher einen kürzern Hebelarm, so macht der längere in gleicher Zeit eine Bewegung, die nach dem Verhältniß seiner größern Länge größer und rascher ist, als die gleichzeitige des kürzern Hebelarmes.

Wirkt der längere Hebelarm mit seiner Spitze auf den kürzern Hebelarm eines zweiten Hebels, so wird der

berührte Punkt des zweiten Hebels die verstärkte Schnelligkeit erhalten, die der berührende Punkt des erstern Hebels hat. Der längere Hebelarm des zweiten Hebels muß der Bewegung des kürzern folgen und sich um so rascher bewegen, als sich der kürzere bewegt, und er selbst länger als dieser ist. Den längern Arm des zweiten Hebels kann man wieder auf einen dritten Hebel wirken lassen, und dadurch eine weitere Steigerung der Schnelligkeit erzielen.

Die verschiedene Schnelligkeit der Spitzen ungleich langer Arme eines bewegten Hebels verhält sich wie die Längen der fraglichen Hebelarme. Ist demnach in Fig. 7 a c = b c, so sind die Schnelligkeiten von a und b gleich. Ist in Fig. 8 b c = 2 a c, so ist die Schnelligkeit von b zweimal so groß als die von a.

Soll durch den Hebel von einem Punkt aus an einen andern eine gewisse Kraft übertragen werden, so gilt das Gesetz, daß die Wirkung um so gewichtiger ausfällt, als der zweite Punkt näher am Drehpunkt des Hebels liegt. Auch hier entscheidet also die Länge der Hebelarme, hingegen im rein umgekehrten Verhältniß; denn was die Raschheit der Bewegung steigert, mindert in gleichem Verhältniß die Gewichtigkeit der Kraft, was die Gewichtigkeit der Kraft steigert, mindert in gleichem Verhältniß die Raschheit der Bewegung.

Wirkt der Kraft vom zweiten Punkt aus eine andere Kraft entgegen, und soll diese ihr die Waage halten; so muß sie sich zu der erstern umgekehrt wie die Länge der beiden Hebelarme verhalten. Ist z. B. in Fig. 7 p Kraft und q Gegenkraft, und a c : b c = 1 : 1, so halten sich beide Kräfte die Waage, wenn sie gleich groß sind. Sind in Fig. 11 $\left\{\begin{matrix} ab \\ ab \end{matrix}\right\}$ und $\left\{\begin{matrix} bd \\ bc \end{matrix}\right\}$ Hebelarme und $\left\{\begin{matrix} ab : bd = 1 : 3 \\ ab : bc = 1 : 7 \end{matrix}\right\}$, so verhalten sich die Kräfte,

die sich in $\left\{\begin{matrix} a \\ a \end{matrix}\right\}$ und $\left\{\begin{matrix} d \\ c \end{matrix}\right\}$ das Gleichgewicht halten, wie $\left\{\begin{matrix} 3 : 1 \\ 7 : 1 \end{matrix}\right\}$; hingegen die Wege und die Raschheit von $\left\{\begin{matrix} a \\ a \end{matrix}\right\}$ und $\left\{\begin{matrix} d \\ c \end{matrix}\right\}$ bei Bewegung des Hebels, wie $\left\{\begin{matrix} 1 : 3 \\ 1 : 7 \end{matrix}\right\}$. Fig. 12 stellt den Fall für einen einarmigen Hebel dar. a b : a c = 7 : 1 Schnelligkeitsverhältniß b : c = 7 : 1; Kraft in b, welche eine Kraft in c im Gleichgewicht hält, = 1 : 7.

Eine Kraft, welche nicht senkrecht auf die Hebelarme wirkt, geht zum Theil verloren, indem sie sich in gewissem Verhältniß am Widerstand des Drehpunkts erschöpft. Sie wirkt so viel weniger, als sie weniger wirken würde, wenn sie zwar senkrecht auf den Hebelarm träfe, dieser aber nur so lang wäre, als ein Perpendikel, vom Drehpunkt aus auf die wahre Richtung der Kraft gefällt. In Fig. 10 sind a c und b c Hebelarme, in a und b angehängte Lasten würden nicht senkrecht auf die Hebelarme wirken; c d und c e sind Perpendikel vom Drehpunkt auf die Richtungen der Kräfte, und die Längen dieser Perpendikel sind statt der Länge der Hebelarme der Berechnung zu Grunde zu legen, wenn man wissen will, welche Kraft in a einer Gegenkraft in b die Waage hält.

Wird die Richtung, in der eine Kraft auf den Hebelarm wirkt, bei Bewegung des Hebels senkrechter; so verstärkt sich damit auch der Einfluß der Kraft.

Würde in Fig. 10 der Hebel a c b so gedreht, daß a c in der Richtung von d e fiele, so würde die Kraft in a senkrecht auf den Hebel wirken; hingegen der Winkel der in b angehängten Kraft wäre noch ungünstiger geworden als vorher. Es ist vortheilhafter, im ersten Augenblick, wo der Hebel angeregt wird, senkrecht auf den Hebelarm wirken zu können.

Eine Steigerung der Hebelwirkung durch verbundene Hebel veranschaulicht Fig. 13. Hier zeigen sich drei Hebel; bei jedem verhält sich der kürzere Arm zum längern wie 1 : 4. Wird nun der mittlere Hebel in d mit b und e mit g in Verbindung gebracht, so wird eine Schnelligkeit, die in a = 1 ist, in h = 64; und umgekehrt hält in h ein Gewicht von 1 einem Gewicht von 64 in a die Waage.

Bei Anwendung des Hebels muß der Techniker die Reibung möglichst beseitigen und ihren Einfluß und das Gewicht des Hebels, je nachdem es die Kraft unterstützt oder ihr entgegentritt, mit berücksichtigen. Beim Mechanismus des Fortepianos wird dies am leichtesten durch Wiegen der Beschwerung ausgemittelt, welche erforderlich ist, um die Ueberlast des Hebels aufzuwiegen und um die Reibung zu überwinden.

§. 18.

Der Hammmer und seine Bewegung.

Wenn wir den Mechanismus in seiner ganzen Wirksamkeit betrachten, und erwägen die Forderungen, welche von Seiten der Pianofortespieler gemacht werden, so finden wir, daß der Hammer und seine Bewegung die größte Aufmerksamkeit verdient. Beim Spiel wird verlangt, daß der Hammer im Verhältniß der angewandten Fingerkraft, die Saite stark oder schwach berührt. Ferner muß das Anschlagen des Hammers so schnell hinter einander wiederholt werden können, als es der ausgebildetsten Muskelkraft der Finger nur immer möglich ist die Tasten anzuschlagen.

Man kann annehmen, daß ein Hammer vermittelst der Taste in einer Sekunde vielleicht 20 bis 25 mal hinter einander anschlagen wird.

Soll dieses nun möglichst leicht ausgeführt werden, so ist nöthig zu wissen:

1) wie groß der Weg sein muß, den der Hammer von seinem Ruhepunkt bis zur Saite zu durchlaufen hat, damit
   a. ein so schnell auf einander folgendes Anschlagen statt finden kann und dabei
   b. der Hammer bei einem starken Anschlag die Saite mit der äußersten Kraft in Bewegung setzt;
2) wie lang der Hammer, und
3) wo der Angriffspunkt des Stößers sein muß.

Beim Reguliren zeigt uns die Erfahrung hinlänglich, welches Verhältniß das passendste von allen ist.

Macht der Hammer einen Weg von 50 Millimeter, so läßt sich der stärkste Stoß auf die Saite hervorbringen, und ausgebildeten Fingern gelingt das schnell wiederholte Anschlagen ohne weitere Schwierigkeit. Besser thut man aber in jedem Falle, den Hammerweg auf 48 Millimeter zu beschränken. Da dieses Verhältniß allen Forderungen vollkommen entspricht, so werden wir es beibehalten. Den Fall der Taste nehmen wir zu 6 Millimeter an, weil bei diesem Verhältniß das schnell wiederholte Anschlagen keine Schwierigkeit für die Finger darbietet, und die Taste doch noch Bewegung genug macht, um beim Niederdrücken die Geschwindigkeit des Hammers schneller oder langsamer zu bewirken.

Den Punkt, wo der Stößer den Hammer hebt, nehmen wir zu 12 Millimeter von dessen Drehungspunkt an. Obgleich die Entfernung dieses Punktes länger oder kürzer angenommen werden könnte, und die Länge des Hammers, d. h. die Entfernung vom Drehpunkt des Hammers bis zu dessen Scheitel, sich nach diesem Verhältniß bestimmen ließe; so würden wir doch in keinem Falle ein günstigeres Resultat erhalten, denn die Länge des Ham-

mers darf sich auch nicht viel von 115 Millimeter entfernen, wenn man nicht andere Vortheile aufopfern will.

Wir haben also für die Bewegung des Hammers (siehe Fig. 12) . . . . . . 48 Millim.
für die Entfernung des Angreifpunktes b 12 „
die Bewegung dieses Punktes ist nach der Tastenbewegung zu bestimmen auf 6 „

Dieses gibt nach der Rechnung eine Länge für den Hammer von

$$\frac{12 \times 48}{6} = 96 \text{ Millimeter.}$$

Nun finden wir aber bei der Ausführung, daß die weichen Zwischenstoffe, die den Hammer mit dem Stößer und diesen wieder mit der Taste verbinden, ihrer Natur nach etwas nachgeben, und dem Hammer dadurch einige Bewegung und Geschwindigkeit rauben. Wir sind daher genöthigt, diesen Verlust durch die Erfahrung auszumitteln.

Pressen wir die Tasten so, daß die Last des Hammers auf dem Stößer ruht, ohne den Hammer von seiner Stelle zu heben, so finden wir, daß der geringe Zwischenraum, welchen der Stößer nöthig hat, um nach dem Auslösen wieder unter die Nase des Hammers zu treten, und das Nachgeben des Fütterungsstoffes beinahe 1 Millimeter beträgt.

Es bleiben uns mithin nur 5 Millimeter effektive Bewegung für den Angriffspunkt b.

Unsere Hammerlänge zu 96 Millimeter wird also nur $\frac{5 \times 96}{12} = 40$ Millimeter Hammerweg machen.

Um nun unsern Zweck vollkommen zu erreichen, muß unsere Hammerlänge $\frac{12 \times 48}{5} = 115{,}2$ betragen.

§. 19.

Construction und Lage des Hammers.

Die Fig. 15 stellt den Hammer in seiner Ruhelage dar.

Ziehen wir nun von seinem Drehpunkte aus eine Horizontallinie e, so darf die Nase des Hammers a höchstens zwei Millimeter unter dieser Linie sein. Steigt der Hammer bis zum Auslösen, so ist die Nase drei Millimeter über der Horizontallinie. Tritt die Nase weiter unter diese Linie, und hat der Stößer etwa eine ziemlich schräge Stellung; so erschwert dieses die Hebung des Hammers im ersten Moment sehr. Besser ist es immer, wenn die Hammernase eher weniger als mehr unter die Horizontallinie tritt, Spiel und Auslösung sind dann leichter; 1 bis 1,5 Millimeter genügt daher vollkommen.

In Bezug auf die Länge des Hammers muß jederzeit vom Drehpunkt f bis zum Hammerscheitel b gemessen werden. Wollte man, wie gewöhnliche Arbeiter verfahren, die Länge des Hammerstiels von f bis c annehmen, so würden bei verschiedenen Hammerkopfhöhen (c b) auch verschiedene Hammerlängen entstehen, mithin die Spielart der Rechnung keineswegs entsprechen.

§. 20.

Der Clavis und sein Unterstützungspunkt.

Der Unterstützungspunkt des Clavis liegt, wie man schon aus der Rechnung sieht, zwischen dem Drehpunkt des Stößers (d) und demjenigen Punkt, wo der Finger die Taste beim Spielen berührt, genau in der Mitte.

Der Berührungspunkt der Untertaste fällt in die Mitte desjenigen Theils, um welchen sie länger ist, als die Obertaste. Der Berührungspunkt der Obertaste ist immer 18 bis 20 Millimeter kürzer als sie wirklich ist, anzunehmen.

§. 21.

Auslösung des Hammers.

Die Auslösung des Hammers kann auf vielfache Weise bewirkt werden. Bei der Wahl einer Auslösung hat man aber hauptsächlich zu prüfen, ob dieselbe

1) so wenig als möglich der Veränderung unterworfen ist, und
2) so wenig als möglich Friction hat, damit sie das Spiel nicht unnöthigerweise erschwert.

Je einfacher die Auslösung bewirkt werden kann, desto besser ist es für den ganzen Mechanismus; sie ist um so solider, als sie einfacher ist, und überhaupt ist jede Auslösung schon dann verwerflich, wenn man sie auf eine noch einfachere Art bewirken kann.

Hat der Hammer die Lage wie in Fig. 15, so genügt zur Auslösung eine Stellschraube g in den Stößer. Diese Auslösung ist sicher und entspricht allen Anforderungen.

Im Jahr 1828 wendete ich diese Auslösung zuerst an, und noch jetzt hat sich dieselbe neben jeder andern als eine der vorzüglichsten bewährt.

Fig. 16, allgemein unter dem Namen Betzoldsche Auslösung bekannte, läßt bei einer guten Einrichtung auch ein gutes Spiel zu, und wird es noch um so mehr, wenn man den kurzen Arm mehr verlängert, als es gewöhnlich geschieht. Das Verhältniß der beiden Arme sollte stets wie 1 : 2 sein.

Fig. 17 ist eine Auslösung, welche immer die meiste Friction hat. Um diese Friction weniger fühlbar zu machen, muß man dem Stößer eine ziemliche Länge geben, und die Stellschraube so hoch als es die Einrichtung erlaubt, anbringen.

§. 22.

Nachträgliche Bemerkungen zur Construction von Mechanismen.

I.

Ohne Kenntniß der Gesetze des Hebels ist es schwerer, ja fast unmöglich, einen in jeder Hinsicht befriedigenden Mechanismus zu entwerfen. Prüft man die Menge der existirenden Mechanismen nach den Grundsätzen der Mechanik, so sieht man deutlich, daß die Mehrzahl derselben ganz planlose Zusammenstellungen sind.

Ein Beispiel von einer unzweckmäßigen Zusammensetzung von Mechanismus sei mir erlaubt hier zu erwähnen. Der Mechanismus, Fig. 27, ging aus dem Ehrhard'schen (franz. Erard) Attelier hervor, und fand in manchem andern Eingang, und zwar nur aus dem Grunde, weil ein berühmter Klavierspieler (Liszt) einen Flügel, in dem dieser Mechanismus angebracht war, mit sich auf Reisen führte. Dergleichen gegen alle Regeln der Mechanik zusammengesetzte Mechanismen gibt es in Menge, ich wählte aber den genannten hauptsächlich darum, weil er aus einem Attelier hervorging, welches jedem Fortepianomacher bekannt ist. Dem Grundsatz: daß jeder zu sehr gekünstelte Mechanismus verwerflich ist, sobald man den Zweck desselben auf eine einfachere Art erreichen kann, sollte man stets treu bleiben. Bei unserm fraglichen Mechanismus befinden sich zwischen dem Hammer und Clavis zu viel Theile, die, selbst wenn sie nach den

Grundsätzen der Mechanik zusammengesetzt sind, weniger leisten, als der einfache Stößer, welcher mit dem Clavis verbunden direkt den Hammer hebt. Aber dieses ist nur der kleinste Fehler; die Hauptfehler liegen mehr darin, daß ein Theil den andern in seiner Bewegung zu hemmen sucht, und worauf hier hauptsächlich aufmerksam gemacht werden soll.

Der Theil a c hat zwei Drehpunkte, welche in verschiedenen Richtungen bewegt werden. Die Richtungslinie dieses Theils geht nach b, und in dieser Richtung sollte die Kraft ungehindert wirken können. Der Drehpunkt c wird aber durch die unzweckmäßige Lage des Drehpunktes d nach der Richtung e gezogen, wodurch ein ziemlicher Theil der Kraft verloren geht. Richtet man auf die Linie a c b in c einen Perpendikel auf und setzt den Drehpunkt d auf diese Perpendikel, so wird der Theil a c seine Richtung bei einer so kleinen Bewegung wenigstens nicht bemerkbar verändern, mithin der bewegenden Kraft nicht so hinderlich in den Weg treten. Prüfen wir ferner die Drehpunkte des Hammers und des Stößers in Beziehung auf denjenigen Punkt, wo der Stößer den Hammer hebt; so bilden diese drei Punkte offenbar einen zu stumpfen Winkel, und es müßte, wenn der Stößer in seiner Richtung bleiben soll, der Berührungspunkt f höher bis an die Linie h i gehen; oder wenn der Punkt f unverändert bleiben sollte, die Richtung des Stößers verändert werden, so daß der Drehpunkt desselben anstatt bei g nach k versetzt würde.

Ich glaube, durch dieses schon hinlänglich nachgewiesen zu haben, daß durch dergleichen Zusammensetzungen auch nicht eine einzige regelrechte Bewegung hervorgebracht werden kann. Soll eine Kraft ungehindert auf einen Punkt wirken, so muß die Richtungslinie derselben unverändert bleiben, und wenn dieses nicht gänzlich

vermieden werden kann, so wenig als möglich abweichen.

Wirkt z. B. eine Kraft von a nach b (Fig. 28) und zu gleicher Zeit eine andere gleiche Kraft von a nach c, so wird der Punkt a weder nach b noch nach c bewegt werden, sondern es geht aus beiden Kräften eine Kraft hervor, die ihre Richtung nach d nimmt. Man nennt sie die resultirende oder Mittelkraft.

Hier tritt offenbar eine Kraft der andern hindernd in den Weg, und dieses Hinderniß ist um so größer, je stumpfer der Winkel a b c ist. Würden diese beiden Kräfte in der Richtung a d wirken, so würde nicht allein Kraft, sondern auch Zeit bei der Bewegung erspart.

Stehen alle einzelnen Theile eines Mechanismus in richtigem Verhältniß zu einander, so soll nach unserer Rechnung der Clavis allein, ohne mit den übrigen Theilen in Berührung zu kommen, durch ein auf die Taste gelegtes Gewicht von . . . 14 Grammen im Gleichgewicht erhalten werden.

Beträgt dieses Gewicht weniger, so kann bei einer geringen Reibung leicht eine Stockung in der Bewegung eintreten. Beträgt das Gewicht mehr, so erschwert dieses das Spiel unnöthigerweise.

Die Kraft, welche den Hammer an seinen Angriffspunkt hebt, soll einem Gewicht von . . . . . . 31,2 „ gleich kommen. Den Dämpfer zu heben bedarf es einer Kraft von . . 15,6 „

Das Gewicht des Stößers, welcher den Hammer hebt, beträgt . . 2,5 „

Mithin ist die Kraft, welche den ganzen zu einem Clavis gehörigen Mechanismus im Gleichgewicht hält, einem Gewicht gleich von . . . . . . 63,3 Grammen

Es gehört also noch eine etwas größere Kraft dazu, um den Mechanismus wirklich in Bewegung zu setzen. Ist wenig Reibung vorhanden, so wird sich der Widerstand beim Spiel kaum merklich vermehren; anders verhält es sich, wenn die Auslösung des Hammers wie in Fig. 17 bewirkt wird. Hier wird je nach der Geschwindigkeit der Bewegung, die Reibung mehr oder weniger fühlbar, und die Muskelkraft der Finger wird bei schnellen Passagen eher als bei jeder andern Auslösung erschöpft. Deßhalb sollte man diese, insofern man eine andere anzubringen im Stande ist, nie anwenden.

Der Begriff von leichter und schwerer Spielart ist bisher immer ein relativer gewesen; nimmt man aber das Gewicht zur Vergleichung, so läßt er sich fest bestimmen.

Verlangt ein Mechanismus, um das Gleichgewicht herzustellen, mehr Gewicht als obige Rechnung von 63,3 Grammen beträgt, so darf man schließen, daß seine Theile zu einander in unrichtigem Verhältnisse stehen. Durch eine gute Anlage und Bearbeitung läßt sich aber der oben berechnete Widerstand noch sehr vermindern, so daß ohne die Kraft des Hammeranschlags zu schwächen, nicht mehr als 46 Grammen Gewicht nöthig ist, um den Mechanismus im Gleichgewicht zu erhalten. Man kann demnach als Maximum des schwersten Spiels 63,3 Grammen und als Minimum 46 Grammen annehmen.

Ist ein Mechanismus nach den hier aufgestellten Grundsätzen bearbeitet, so wird jeder Spieler mit Leichtigkeit den Hammer nach Belieben regieren können, und des Pianozugs wird bald, gleich des Fagots- und Harfenzugs, welche in frühern Zeiten kindische Ohren belustigten, als einer Lächerlichkeit gedacht werden.

II.

Es war nicht meine Absicht, in dieser Schrift Zeichnungen von mehr Mechanismen zu geben, als ich zur Erläuterung der aufgestellten Grundsätze nöthig erachtete. Wer mit den Grundsätzen der allgemeinen Mechanik bekannt ist, und besonders das, was ich über Mechanik des Fortepiano-Baues gesagt, beachtet, wird keine Schwierigkeiten finden, für jede von der gewöhnlichen Construktion noch so verschiedene einen Mechanismus zu entwerfen. Es scheint mir aber nicht unangemessen zu sein, hier eines abwärtsschlagenden Mechanismus zu erwähnen, welchen Herr Greiner in Bockenheim (bei Frankfurt a. M.) bei seinen Instrumenten schon seit längerer Zeit anwendete (siehe Fig. 33). Der Hammer löst sich nur theilweise aus, und wird durch den Rückfall des Clavis von der Saite zurück nach oben bewegt, wodurch das Gegengewicht für den Hammer überflüssig ist. Der Dämpfer hat keinen besondern Hebel und wird, wie man sieht, durch das Gewicht des Clavis bewirkt; demnach entsteht das Forte, wenn die Liste a, woran die Hammerköpfe ruhen, nach unten bewegt wird. Dieß soll aber Herr Greiner seither wieder verändert haben, weil dadurch eine Verkürzung des Weges entstand, welchen der Hammerkopf beim gewöhnlichen Spiel durchläuft, und dadurch der Fall der Taste um ein Merkliches verändert und flächer wurde.

Beim Flügel hat Herr Greiner, da wo die Stimmnägel stehen, den hintern und vordern Theil des Clavis durch einen, etwa eine Linie dicken Streifen von Messing verbunden, welches zuläßt, daß man mit dem Stimmhammer durch die Zwischenräume der Claves zu den Stimmnägeln gelangt.

Herr Greiner hat dasjenige beseitigt, was früher abwärtsschlagenden Mechanismen zum Vorwurf gemacht wurde.

Er sollte auch noch beim Flügel die Stimmnägel vor die Tasten der Claviatur zu setzen suchen, wie ich schon im Jahr 1829 gethan, und es auch in meinem früher erschienenen Handbuche der Fortepiano-Baukunst empfahl. Hierdurch wird der Flügel ohne Nachtheil für die Mensur der Saiten kürzer, und das Stimmen noch etwas bequemer.

Vierter Abschnitt.

Zeichnung der Pläne und Verfertigung der Modelle.

---

§. 23.

Bestimmung des Raumes, welchen die Saiten bei einem Tafelpiano nöthig haben.

Das erste, was man bei einem Tafelfortepiano berücksichtigen muß, ist, daß die Saiten in hinlänglicher Entfernung von einander liegen, damit sie beim Spielen nicht an einander schlagen.

Nach den in den §§. 8 und 9 zusammengestellten Mensuren erfordern die Excursionen des ersten zweisaitigen Tones F_0 einen Raum von 7 Millimeter für beide Saiten. Jede Saite darf also nicht weniger von der andern entfernt liegen als 3,5 Millimeter, wenn sie sich bei ihren Vibrationen nicht berühren sollen. Summiren wir nun diese Saitenentfernungen für 73 Töne oder 6 Oktaven, so haben wir für die sämmtlichen Saiten einen Raum von $7 \times 73 = 551$ Millimeter nöthig.

Dieser Raum läßt sich aber durch eine richtige Zeichnung des Planes noch beschränken, indem die immer kürzer werdenden Saiten weniger Raum für die Excursionen brauchen, mithin näher zusammengerückt werden können, so daß ein Raum von 460 Millimeter hinläng-

lich ist. Für 80 Töne oder 6½ Oktaven erfordert es bei derselben Eintheilung einen Raum von 540 bis 550 Millimeter.

§. 24.

Bestimmung der Hammerlinie.

Es sei a b c d (Fig. 29) der Raum, auf welchen eine Claviatur von 6 Oktaven gezeichnet werden soll. Die Hammerlinie soll gerade sein, indem eine solche immer mehr Vortheile darbietet, als eine gebogene.

Nachdem die Tasten gezeichnet sind, wird der Punkt, wo der erste Hammer die Saite anschlägt, auf folgende Weise bestimmt: Von b aus setzt man den Unterstützungspunkt des ersten Clavis so nahe hinter die Taste, als es die Einrichtung überhaupt erlaubt. Ist z. B. t der Punkt, wo der Finger die Taste berührt, k k^1 die Linie, welche die Länge der Tasten bestimmt, so kann man ohne Nachtheil für die Bewegung des Clavis den Unterstützungspunkt desselben 20 Millimeter hinter die Linie k k^1 bei u setzen. Da nun nach §. 19 der Unterstützungspunkt zwischen dem Punkt t und dem Drehpunkte des Stößers die Mitte hält, so trägt man die Länge t u von u nach y; von y aus die Länge des Hammers, von der Nase an gerechnet (also von a bis c Fig. 15) nach z, welches der Punkt ist, wo der erste Hammer die Saite anschlägt. Jetzt zieht man die Linie z r, welches die Lage der ersten Saite ist. Sie wird aber so gelegt, daß in der Gegend k^1 ein hinlänglicher Raum bleibt, um eine Spreitze gegen den Saitenhalter anzubringen.

Den Punkt für den letzten Hammer (f^4) findet man nun folgendermaßen: Man bestimmt nach §. 23 den Raum, welchen die Saiten einnehmen sollen, und trägt

dieses Maß rechtwinklich von der Linie s r nach i, nämlich auf die Mitte des letzten Clavis f^4. Jetzt zieht man die Linie z i, welches unsere verlangte Hammerlinie ist.

§. 25.

Eintheilung der Claviatur.

Wir nehmen hier an, daß für die erste Oktave von F_1 bis E_0 eine einzige übersponnene Saite für jeden Ton angewandt wird (siehe Fig. 29).

Sind die Tasten der Claviatur abgetheilt, dann zieht man die Linie, welche E_0 von F_0 trennt, rechtwinklig mit der vordern Kante, durch die ganze Claviatur und schneidet dadurch die erste Oktave von den übrigen ab. Die Claves der ersten Oktave theilt man hinten in ganz gleiche Theile. Für F_0 sollte aber der Clavis hinten breiter sein, und die folgenden nach und nach in der Breite abnehmen, bis zum letzten, welcher nun so breit wird, daß der dazu gehörige Mechanismus Raum genug bekommt. Diese Eintheilung erhält man am besten auf folgende Art: Man verlängert die Linie e nach f und zieht mit einem Halbmesser von 1,650 Meter die Kreislinie von f_0 bis f^4; theilt die erhaltene Kreislinie in so viel Theile, als noch Claves nöthig sind. Die auf der Kreislinie angegebenen Punkte trägt man nun auf die Hammerlinie z i, und zwar indem man an der Kante b c das Winkelmaß anschlägt. Sind alle Punkte auf die Hammerlinie übertragen, so zeichnet man die Klaviatur fertig.

§. 26.

Verfertigung der Modelle.

Zur Verfertigung der Modelle bedient man sich nun eines einfachen Winkelhakens w o (Fig. 29), welcher an ein mit der tiefsten Saite parallel liegendes Lineal, mit dem Schenkel w angelegt wird, so daß er an demselben nach Belieben verschoben werden kann. Man rückt nun den Winkelhaken, bis der Schenkel o denjenigen Punkt des ersten Clavis trifft, wo dieser durch die Hammerlinie durchschnitten ist. Diesen Punkt markirt man auf der Kante n des Schenkels o, und verfährt so weiter, bis alle Punkte, wo die Hammerlinie die Claves durchschnitten hat, auf diese Kante markirt sind. Diese Eintheilung dient zum Andeuten der Stifte auf den Steg des Stimmstocks. Zum Behuf derselben könnte man auch den Clavis, wenn nämlich das Instrument zweisaitig wird, auf der Stelle, wo ihn die Hammerlinie durchschnitten hat, in drei gleiche Theile theilen und die beiden mittlern Punkte auf dem Winkelhaken markiren, und wo es einsaitig wird, den Punkt von der Mitte des Clavis nehmen. Diese letztere Operation muß aber mit vieler Genauigkeit geschehen. Beim erstern Verfahren muß auf dem Winkelhaken der Punkt der je zweiten Saite noch hinzugefügt werden.

Jetzt bedürfen wir noch eine zweite, etwas engere Eintheilung zum Andeuten der Stifte für das Stegmodell des Resonanzbodens. Wir erhalten sie auf folgende Art:

Man ziehe die Linie p q, welches die Lage der letzten Saite für den Ton f^4 ist. Sie darf wegen des Hammeranschlags nicht parallel mit der tiefsten Saite laufen, sondern muß unter einem Winkel von ungefähr 16^0 abweichen.

Man mißt jetzt die Länge des Anschlags (aus der Tabelle in §. 8) für die Saite f^4 = 7,5 Millimeter, und trägt sie von der Mitte des Clavis f^4 aus nach q; von diesem Punkte aus trägt man die ganze Saitenlänge = 60 Millimeter nach p. Dieser letztere Punkt wird nun auf der Kante m des Winkelhakens markirt, so wie auch der Punkt z (oder die Lage der erstern Saite) ebenfalls auf dieser Kante zu markiren ist. Nun lege man das Lineal so, daß diese beiden Punkte beim Verschieben des Winkelhakens diejenigen Punkte wieder treffen, wo die Hammerlinie den ersten und letzten Clavis durchschneidet, und markire die Punkte der übrigen Claves, wie bei der Kante n. Ist dieses geschehen, so lege man das Lineal wieder in seine vorige Lage.

Das zum Stimmstockmodell bestimmte Brett lege man nun an seinen Platz, und zwar so, daß man die Hammerlinie frei sehen kann. Zum Markiren der Stifte, woran die Saiten auf dem Stimmstock liegen, verfährt man nun folgendermaßen: Man nimmt die Anschlagslänge der ersten Saite, und trägt sie von der Mitte des ersten Clavis aus auf das zum Modell bestimmte Brett (also vom Punkte z nach s).

Da nun die Linie s r die Lage der ersten Saite ist, so ist vor der Hand weiter nichts nöthig, und wir schreiten zur zweiten Saitenlage. Man nimmt nun von der zweiten Saite ebenfalls die Anschlagslänge, und trägt sie von der Mitte des zweiten Clavis nach dem Modell, rückt den Winkelhaken, bis der zweite Punkt auf der Kante n mit der gemessenen Anschlagslänge zusammentrifft, und markirt diesen Punkt. Man fährt nun so fort und markirt auf diese Weise die Anschlagslängen auf dem Modell. Doch ist es nicht unbedingt nothwendig, daß man von jeder Saite die Anschlagslänge, oder überhaupt die Länge angibt; man kann immer eine, auch wohl zwei Saiten überspringen, aber mehr ist nicht

rathsam, weil sonst eine zu große Abweichung von der Richtigkeit zu befürchten ist. Hat man letzteres Verfahren gewählt, so zieht man von Punkt zu Punkt auf dem Modell eine dieser Beugung entsprechende Linie, worauf man die noch fehlenden Punkte vermittelst des Winkelhakens andeutet.

Wir hätten sonach für jede Saite die ihr zukommende Anschlagslänge auf das Modell übertragen. Die ganzen Saitenlängen mißt man nun auf folgende Weise: Die ganze Länge für den Ton F_1 trägt man ohne weiters von s aus auf die Linie, welche die Lage dieser Saite vorstellt, und markirt den Punkt auf das Brett, welches zum Stegmodell bestimmt ist. Für die zweite Saite mißt man von dem zweiten Punkte des Stimmstockmodelles aus, und rückt den Winkelhaken bis der zweite Punkt auf der Kante m mit der gemessenen Länge zusammentrifft; fährt man nun weiter fort und trägt auf diese Weise jede Saitenlänge auf das zum Stegmodell bestimmte Brett, so erhält man durch die sich ergebende krumme Linie die Form des Steges für den Resonanzboden.

§. 27.

Die Schränkung der Saiten.

Es ist schon früher erwähnt worden, daß wenn die Vibrationen der Saite nur irgend Störung erleiden, der Resonanzboden dieselben mit allen Mängeln annimmt und sie so weiter verbreitet. Die beiden Punkte, welche den schwingenden Theil der Saite begränzen, müssen so beschaffen sein, daß sie die Saite festhalten, damit die Saitenschwingung nicht über diesen Punkt hinaus reichen kann. Ein Mittel, dieses zu bewirken, ist nun die Schränkung der Saiten. Ist die Saitenschränkung

zu groß, so sind die Saiten dem Zerspringen zu leicht ausgesetzt. Ist sie zu klein, so entsteht kein reiner Klang. Letzteres tritt auch häufig ein, wenn ein Instrument zu tief gestimmt ist.

Der Erfahrung gemäß soll der Winkel der Saitenschränkung nicht weniger als 10^0 und nicht mehr als 12^0 betragen.

Eine große Unvollkommenheit hatte die alte Bauart, wo man den Stimmstock an der Seite anbrachte. Die Saite, welche beim Stimmen zwischen den zwei Stiften auf dem Stege des Resonanzbodens hin und her rutschen mußte, wurde durch diese Stifte gehindert, so daß der schwingende Theil derselben mit dem andern Theile, welcher nach dem Stimmnagel führt, ungleich gespannt war. Das Instrument war bei dieser Construktion mühevoller zu stimmen, und wenn man es auch noch so sorgfältig that, so erfolgte doch erst beim Spielen durch die starken Vibrationen der Saite die Ausgleichung der Spannung, und das Instrument war sehr bald wieder verstimmt. Diese Unvollkommenheit wird bei der neuern Bauart zwar nicht ganz gehoben, doch so vermindert, daß man sie als nicht vorhanden ansehen kann.

§. 28.

Berücksichtigung einiger Vortheile für den Resonanzboden beim Planzeichnen.

Es müssen hier noch einige Bemerkungen Platz finden, die für den Plan und die weitere Bearbeitung, besonders des Resonanzbodens, von Wichtigkeit sind.

Ist a in Fig. 30 der Punkt des Stegs, wo die tiefste Saite liegt, so darf die Auflage des Resonanzbodens nach der Gegend b hin nicht zu nahe sein, wenn

Herr Greiner hat dasjenige beseitigt, was früher abwärtsschlagenden Mechanismen zum Vorwurf gemacht wurde.

Er sollte auch noch beim Flügel die Stimmnägel vor die Tasten der Claviatur zu setzen suchen, wie ich schon im Jahr 1829 gethan, und es auch in meinem früher erschienenen Handbuche der Fortepiano-Baukunst empfahl. Hierdurch wird der Flügel ohne Nachtheil für die Mensur der Saiten kürzer, und das Stimmen noch etwas bequemer.

Vierter Abschnitt.

Zeichnung der Pläne und Verfertigung der Modelle.

---

§. 23.

Bestimmung des Raumes, welchen die Saiten bei einem Tafelpiano nöthig haben.

Das erste, was man bei einem Tafelfortepiano berücksichtigen muß, ist, daß die Saiten in hinlänglicher Entfernung von einander liegen, damit sie beim Spielen nicht an einander schlagen.

Nach den in den §§. 8 und 9 zusammengestellten Mensuren erfordern die Excursionen des ersten zweisaitigen Tones F_0 einen Raum von 7 Millimeter für beide Saiten. Jede Saite darf also nicht weniger von der andern entfernt liegen als 3,5 Millimeter, wenn sie sich bei ihren Vibrationen nicht berühren sollen. Summiren wir nun diese Saitenentfernungen für 73 Töne oder 6 Oktaven, so haben wir für die sämmtlichen Saiten einen Raum von 7 $\times$ 73 = 551 Millimeter nöthig.

Dieser Raum läßt sich aber durch eine richtige Zeichnung des Planes noch beschränken, indem die immer kürzer werdenden Saiten weniger Raum für die Excursionen brauchen, mithin näher zusammengerückt werden können, so daß ein Raum von 460 Millimeter hinläng-

lich ist. Für 80 Töne oder 6½ Oktaven erfordert es bei derselben Eintheilung einen Raum von 540 bis 550 Millimeter.

§. 24.

Bestimmung der Hammerlinie.

Es sei a b c d (Fig. 29) der Raum, auf welchen eine Claviatur von 6 Oktaven gezeichnet werden soll. Die Hammerlinie soll gerade sein, indem eine solche immer mehr Vortheile darbietet, als eine gebogene.

Nachdem die Tasten gezeichnet sind, wird der Punkt, wo der erste Hammer die Saite anschlägt, auf folgende Weise bestimmt: Von b aus setzt man den Unterstützungspunkt des ersten Clavis so nahe hinter die Taste, als es die Einrichtung überhaupt erlaubt. Ist z. B. t der Punkt, wo der Finger die Taste berührt, $k\ k^1$ die Linie, welche die Länge der Tasten bestimmt, so kann man ohne Nachtheil für die Bewegung des Clavis den Unterstützungspunkt desselben 20 Millimeter hinter die Linie $k\ k^1$ bei u setzen. Da nun nach §. 19 der Unterstützungspunkt zwischen dem Punkt t und dem Drehpunkte des Stößers die Mitte hält, so trägt man die Länge t u von u nach y; von y aus die Länge des Hammers, von der Nase an gerechnet (also von a bis c Fig. 15) nach z, welches der Punkt ist, wo der erste Hammer die Saite anschlägt. Jetzt zieht man die Linie z r, welches die Lage der ersten Saite ist. Sie wird aber so gelegt, daß in der Gegend k^1 ein hinlänglicher Raum bleibt, um eine Spreitze gegen den Saitenhalter anzubringen.

Den Punkt für den letzten Hammer (f^4) findet man nun folgendermaßen: Man bestimmt nach §. 23 den Raum, welchen die Saiten einnehmen sollen, und trägt

dieses Maß rechtwinklich von der Linie s r nach i, nämlich auf die Mitte des letzten Clavis f^4. Jetzt zieht man die Linie z i, welches unsere verlangte Hammerlinie ist.

§. 25.

Eintheilung der Claviatur.

Wir nehmen hier an, daß für die erste Oktave von F_1 bis E_0 eine einzige übersponnene Saite für jeden Ton angewandt wird (siehe Fig. 29).

Sind die Tasten der Claviatur abgetheilt, dann zieht man die Linie, welche E_0 von F_0 trennt, rechtwinklig mit der vordern Kante, durch die ganze Claviatur und schneidet dadurch die erste Oktave von den übrigen ab. Die Claves der ersten Oktave theilt man hinten in ganz gleiche Theile. Für F_0 sollte aber der Clavis hinten breiter sein, und die folgenden nach und nach in der Breite abnehmen, bis zum letzten, welcher nun so breit wird, daß der dazu gehörige Mechanismus Raum genug bekommt. Diese Eintheilung erhält man am besten auf folgende Art: Man verlängert die Linie e nach f und zieht mit einem Halbmesser von 1,650 Meter die Kreislinie von f_0 bis f^4; theilt die erhaltene Kreislinie in so viel Theile, als noch Claves nöthig sind. Die auf der Kreislinie angegebenen Punkte trägt man nun auf die Hammerlinie z i, und zwar indem man an der Kante b c das Winkelmaß anschlägt. Sind alle Punkte auf die Hammerlinie übertragen, so zeichnet man die Klaviatur fertig.

§. 26.

Verfertigung der Modelle.

Zur Verfertigung der Modelle bedient man sich nun eines einfachen Winkelhakens w o (Fig. 29), welcher an ein mit der tiefsten Saite parallel liegendes Lineal, mit dem Schenkel w angelegt wird, so daß er an demselben nach Belieben verschoben werden kann. Man rückt nun den Winkelhaken, bis der Schenkel o denjenigen Punkt des ersten Clavis trifft, wo dieser durch die Hammerlinie durchschnitten ist. Diesen Punkt markirt man auf der Kante n des Schenkels o, und verfährt so weiter, bis alle Punkte, wo die Hammerlinie die Claves durchschnitten hat, auf diese Kante markirt sind. Diese Eintheilung dient zum Andeuten der Stifte auf den Steg des Stimmstocks. Zum Behuf derselben könnte man auch den Clavis, wenn nämlich das Instrument zweisaitig wird, auf der Stelle, wo ihn die Hammerlinie durchschnitten hat, in drei gleiche Theile theilen und die beiden mittlern Punkte auf dem Winkelhaken markiren, und wo es einsaitig wird, den Punkt von der Mitte des Clavis nehmen. Diese letztere Operation muß aber mit vieler Genauigkeit geschehen. Beim erstern Verfahren muß auf dem Winkelhaken der Punkt der je zweiten Saite noch hinzugefügt werden.

Jetzt bedürfen wir noch eine zweite, etwas engere Eintheilung zum Andeuten der Stifte für das Stegmodell des Resonanzbodens. Wir erhalten sie auf folgende Art:

Man ziehe die Linie p q, welches die Lage der letzten Saite für den Ton f^4 ist. Sie darf wegen des Hammeranschlags nicht parallel mit der tiefsten Saite laufen, sondern muß unter einem Winkel von ungefähr 16° abweichen.

Man mißt jetzt die Länge des Anschlags (aus der Tabelle in §. 8) für die Saite f^4 = 7,5 Millimeter, und trägt sie von der Mitte des Clavis f^4 aus nach q; von diesem Punkte aus trägt man die ganze Saitenlänge = 60 Millimeter nach p. Dieser letztere Punkt wird nun auf der Kante m des Winkelhakens markirt, so wie auch der Punkt z (oder die Lage der erstern Saite) ebenfalls auf dieser Kante zu markiren ist. Nun lege man das Lineal so, daß diese beiden Punkte beim Verschieben des Winkelhakens diejenigen Punkte wieder treffen, wo die Hammerlinie den ersten und letzten Clavis durchschneidet, und markire die Punkte der übrigen Claves, wie bei der Kante n. Ist dieses geschehen, so lege man das Lineal wieder in seine vorige Lage.

Das zum Stimmstockmodell bestimmte Brett lege man nun an seinen Platz, und zwar so, daß man die Hammerlinie frei sehen kann. Zum Markiren der Stifte, woran die Saiten auf dem Stimmstock liegen, verfährt man nun folgendermaßen: Man nimmt die Anschlagslänge der ersten Saite, und trägt sie von der Mitte des ersten Clavis aus auf das zum Modell bestimmte Brett (also vom Punkte z nach s).

Da nun die Linie s r die Lage der ersten Saite ist, so ist vor der Hand weiter nichts nöthig, und wir schreiten zur zweiten Saitenlage. Man nimmt nun von der zweiten Saite ebenfalls die Anschlagslänge, und trägt sie von der Mitte des zweiten Clavis nach dem Modell, rückt den Winkelhaken, bis der zweite Punkt auf der Kante n mit der gemessenen Anschlagslänge zusammentrifft, und markirt diesen Punkt. Man fährt nun so fort und markirt auf diese Weise die Anschlagslängen auf dem Modell. Doch ist es nicht unbedingt nothwendig, daß man von jeder Saite die Anschlagslänge, oder überhaupt die Länge angibt; man kann immer eine, auch wohl zwei Saiten überspringen, aber mehr ist nicht

rathsam, weil sonst eine zu große Abweichung von der Richtigkeit zu befürchten ist. Hat man letzteres Verfahren gewählt, so zieht man von Punkt zu Punkt auf dem Modell eine dieser Beugung entsprechende Linie, worauf man die noch fehlenden Punkte vermittelst des Winkelhakens andeutet.

Wir hätten sonach für jede Saite die ihr zukommende Anschlagslänge auf das Modell übertragen. Die ganzen Saitenlängen mißt man nun auf folgende Weise: Die ganze Länge für den Ton F_1 trägt man ohne weiters von s aus auf die Linie, welche die Lage dieser Saite vorstellt, und markirt den Punkt auf das Brett, welches zum Stegmodell bestimmt ist. Für die zweite Saite mißt man von dem zweiten Punkte des Stimmstockmodelles aus, und rückt den Winkelhaken bis der zweite Punkt auf der Kante m mit der gemessenen Länge zusammentrifft; fährt man nun weiter fort und trägt auf diese Weise jede Saitenlänge auf das zum Stegmodell bestimmte Brett, so erhält man durch die sich ergebende krumme Linie die Form des Steges für den Resonanzboden.

§. 27.

Die Schränkung der Saiten.

Es ist schon früher erwähnt worden, daß wenn die Vibrationen der Saite nur irgend Störung erleiden, der Resonanzboden dieselben mit allen Mängeln annimmt und sie so weiter verbreitet. Die beiden Punkte, welche den schwingenden Theil der Saite begränzen, müssen so beschaffen sein, daß sie die Saite festhalten, damit die Saitenschwingung nicht über diesen Punkt hinaus reichen kann. Ein Mittel, dieses zu bewirken, ist nun die Schränkung der Saiten. Ist die Saitenschränkung

zu groß, so sind die Saiten dem Zerspringen zu leicht ausgesetzt. Ist sie zu klein, so entsteht kein reiner Klang. Letzteres tritt auch häufig ein, wenn ein Instrument zu tief gestimmt ist.

Der Erfahrung gemäß soll der Winkel der Saitenschränkung nicht weniger als 10⁰ und nicht mehr als 12⁰ betragen.

Eine große Unvollkommenheit hatte die alte Bauart, wo man den Stimmstock an der Seite anbrachte. Die Saite, welche beim Stimmen zwischen den zwei Stiften auf dem Stege des Resonanzbodens hin und her rutschen mußte, wurde durch diese Stifte gehindert, so daß der schwingende Theil derselben mit dem andern Theile, welcher nach dem Stimmnagel führt, ungleich gespannt war. Das Instrument war bei dieser Construktion mühevoller zu stimmen, und wenn man es auch noch so sorgfältig that, so erfolgte doch erst beim Spielen durch die starken Vibrationen der Saite die Ausgleichung der Spannung, und das Instrument war sehr bald wieder verstimmt. Diese Unvollkommenheit wird bei der neuern Bauart zwar nicht ganz gehoben, doch so vermindert, daß man sie als nicht vorhanden ansehen kann.

§. 28.

Berücksichtigung einiger Vortheile für den Resonanzboden beim Planzeichnen.

Es müssen hier noch einige Bemerkungen Platz finden, die für den Plan und die weitere Bearbeitung, besonders des Resonanzbodens, von Wichtigkeit sind.

Ist a in Fig. 30 der Punkt des Stegs, wo die tiefste Saite liegt, so darf die Auflage des Resonanzbodens nach der Gegend b hin nicht zu nahe sein, wenn

die tiefsten Töne vollkommen sein sollen. Die Entfernung der Auflage (a b) richtet sich theils nach der Dicke des Resonanzbodens, theils nach der Richtung der Fasern desselben. Laufen die Fasern in der Richtung d, so ist die Entfernung a b = 20 mal der Dicke des Resonanzbodens. Laufen aber die Fasern des Resonanzbodens mit den Saiten, oder mit der Länge des Instrumentes parallel, dann ist a b = 25 mal der Dicke des Resonanzbodens.

Ist z. B. die Dicke des Resonanzbodens 5,5 Millimeter und die Fasern des Resonanzbodens laufen in der Richtung d, so ist 5,5 × 20 = 110 Millimeter die Entfernung der Auflage. Laufen die Fasern mit den Saiten oder der Länge des Instrumentes parallel, so ist 5,5 × 25 = 137,5 Millimeter die Entfernung der Auflage.

Ferner ist zu berücksichtigen, daß a der Zarge c nicht zu nahe zu liegen kommt, was aber des Raumes und anderer Vortheile wegen nicht immer gut auszuführen ist. Man thut daher am besten, den Resonanzboden auf dieser Stelle frei zu lassen. Das heißt, man gibt ihm keine Unterlage, welche mit dem Kasten auf dieser Stelle fest verbunden ist, sondern unterstützt ihn bloß durch eine Leiste, die der Länge nach frei liegt.

Hält man sich bei der Bearbeitung des Resonanzbodens an das eben Gesagte, und beobachtet ferner, was über Resonanzboden und Saitenbezug schon früher erwähnt wurde; so darf man annehmen, daß die Klangstärke mit der Zunahme der Größe des Resonanzbodens in einem gewissen Verhältnisse wächst.

§. 29.

Planzeichnung des Flügels.

Nach dem, was über das Planzeichnen und Verfertigung der Modelle bei dem Tafelfortepiano gesagt ist, wird es nicht schwer fallen, den Plan eines Flügels ohne weiteres zu entwerfen, denn es gelten hier dieselben Grundsätze. Hinsichtlich des Resonanzbodens halte man sich ebenfalls an das, was schon gesagt worden, und lasse denselben, wenn der Steg in der Gegend a b Fig. 21 der Zarge zu nahe liegt, frei.

§. 30.

Einige Bemerkungen über die Lage und Befestigungsart des Saitenhalters beim Flügel.

Bei der Bauart meiner Flügel wird der Saitenhalter durch eiserne Spreitzen über dem Resonanzboden frei erhalten, und kommt mit der krummen Zarge nicht in Berührung. An verschiedenen Stellen befinden sich Unterlagen, wo er vermittelst Schrauben in der erforderlichen Höhe erhalten wird. Der Vortheil dieser Befestigungsart ist sehr einleuchtend, zumal in akustischer Hinsicht. Das Nachgeben des Saitenhalters kann niemals nachtheilig auf den Resonanzboden wirken, da die Zarge durchaus nicht nach innen gezogen wird. Die Spreitzen, woran der Saitenhalter befestigt ist, stützen sich gegen den Stimmstock. Fig. 20 zeigt diese Befestigungsart; a ist eine der Spreitzen, welche mit einem ebenfalls eisernen Stücke b verbunden ist. Die Spreitze hat eine Schlitze, das Stück b einen Ansatz, welcher der Spreitze ihre angemessene Höhe anweist. Das Stück b ist unterhalb in eine hölzerne Spreitze eingestemmt,

auf welche ein hartes Stück Holz geleimt ist, woran sich ebenfalls die kurze Spreitze e stützt und den Stimmstock damit verbindet. Längs des Stimmstocks befindet sich ein eiserner Stab, woran die kurzen Spreitzen stoßen. Durch den Saitenhalter c geht das eiserne Stück b, welches vermittelst eines Ansatzes die Höhe des Saitenhalters bestimmt. Auf dem Stimmstock liegt längs der Verdoppelung ebenfalls ein Eisenstab, woran sich die über den Saiten befindlichen Spreitzen stützen. Längs der Rückwand befindet sich blos eine hölzerne Spreitze, woran sich der Saitenhalter am Ende stützt, so wie an der kurzen Wand im Diskant eine kurze eiserne Spreitze. Hat der Saitenhalter auf diese Weise vier Spreitzen über den Saiten, so ist die Solidität des Instrumentes völlig gesichert.

§. 31.

Einiges über den Mechanismus der Dämpfung dieser Bauart.

Bei dieser Bauart sind die Spreitzen der Dämpfung einigermaßen im Wege, doch läßt sich dieselbe entweder von unten anbringen, wie in Fig. 18, oder man kann sie wie in Fig. 19, wo der Dämpferkopf über den Saiten liegt, construiren. Man muß bei der letztern Constructionsart darauf sehen, daß die Lage der Spreitzen den hinlänglichen Raum gestattet.

§. 32.

Eine andere Construction des Flügels.

Fig. 22 bietet in Bezug auf den Stimmstock den Vortheil dar, daß derselbe ziemlich stark gemacht werden

kann. Die Spreitzen über den Saiten, wenn sie in der Gegend der Dämpfung eine geringe Biegung nach unten haben, gestatten eine Dämpfung von oben anzubringen. Ferner gestattet diese Einrichtung, den Kasten nach der modernen Façon zu arbeiten, indem man die Klappe, welche die Claviatur verschließt, beim Oeffnen unter den Stimmstock zurücktreten läßt.

§. 33.

Das Pianino.

Die Planzeichnung dieser Form kommt der Flügelform so nahe, daß hierüber etwas zu sagen unnöthig ist. Die Befestigungsart des Saitenhalters ist hier dieselbe wie beim Flügel, nur mit dem Unterschied, daß dort vier, hier nur zwei eiserne Spreitzen nöthig sind. In Fig. 31 sind a b die beiden Spreitzen, welche am Saitenhalter über den Saiten, in der Nähe des Stimmstocks aber, wie die Spreitzen bei Fig. 22 gebogen sind und zwischen den Saiten liegen, damit der Mechanismus kein Hinderniß findet. Hinter den Spreitzen a b befinden sich im Kasten nur zwei hölzerne Spreitzen, die sich gegen den Stimmstock stützen, und sich eben so verhalten, wie diejenigen beim Flügel. Die freien Theile c d e sind durch Schrauben in ihrer bestimmten Höhe gehalten.

Da bei dieser Form überhaupt, und namentlich im Basse, nicht viel Ansprüche auf Klangstärke gemacht werden kann, so eignet sie sich sehr gut zu einsaitigem Bezug.

Unter allen Mechanismen, die man bei dieser Form angewandt hat, zeigt Fig. 24 einen von denjenigen, welcher die beste Spielart zuläßt. Bei allen übrigen

läßt sich das schnell wiederholte Anschlagen fast nie hervorbringen, und wenn es der Fall ist, so leidet gewöhnlich das angenehme Spiel darunter. Den Rückfall des Hammers bewirkt der Theil a, welcher durch Blei beschwert ist.

§. 34.

Das Piano-droit.

Dieses, im Jahr 1821 von Grüneberg in Halle zuerst gebaute, aufrechte Piano verdient in jeder Beziehung den Vorzug vor dem Pianino.

Da die Saitenlage mit derjenigen der Tafelfortepianos übereinkommt, so wird auch hier über das Planzeichen desselben weiter nichts erwähnt.

Der metallene Saitenhalter findet hier ebenfalls seine Anwendung. Bringt man zwei Spreitzen vom Stimmstock aus nach dem Saitenhalter an (siehe Fig. 32), so bürgen diese für die Solidität des Instrumentes.

Der Mechanismus in Fig. 23 hat sich unter allen bisher bekannten am besten bewährt und verdient fernere Anwendung. Den Rückfall des Hammers bewirkt der Theil a, welcher wie beim Pianino durch Blei beschwert ist.

Fünfter Abschnitt.

Ueber die Ausarbeitung der Instrumente.

§. 35.

Einige Bemerkungen über Regulirung der Mechanik.

Wenn ein Mechanismus nach den oben erwähnten Grundsätzen entworfen, bearbeitet und zusammengesetzt ist, so wird man nur so viel zu reguliren finden, als sich im Laufe der Bearbeitung wieder verändert hat, was sich denn ohne Schwierigkeit durch die Regulirschrauben herstellen ließe. Eine so regelrechte Ausführung kommt wohl selten vor, und selbst der geschickteste Zusammensetzer bekümmert sich um kleine Abweichungen wenig, und läßt dem Ausarbeiter noch Manches zu thun übrig.

Die Hauptpunkte, welche der Ausarbeiter zuerst zu untersuchen hat, sind

1) ob der Hammer seinen gehörigen Weg macht;
2) ob die Tasten gleich hoch liegen, und
3) wie tief der Fall der Tasten ist.

Sind diese drei Punkte in richtigem Verhältniß, so soll sich die Regulirung der Hammerbewegung, so wie diejenige der Stößer, durch die Regulirschrauben allein

herstellen lassen *). Gewöhnlich ist es aber nicht der Fall, daß Alles so genau zutrifft, und wenn auch diesen drei Punkten entsprochen ist, so kann doch ein kleiner Unterschied in der Länge des Hammerstiels, oder auch eine etwas dickere oder dünnere Fütterung der Hammernasen einige Unregelmäßigkeiten in der Bewegung verursachen.

Die Ungleichheiten, welche sich zum Theil beim Füttern der Hammernasen durch das nicht immer gleich dicke Leder herausstellen, kann man beseitigen, wenn man anstatt der Hammernase den Stößer füttert.

Das Nachtheilige, welches eine unrichtige Länge des Hammerstiels bewirkt, kann nur auf Kosten der Hammersteigung und des Falls der Tasten ausgeglichen werden.

Gewöhnlich befinden sich unter den Tasten lange Streifen von Flanell, oder andern weichen Stoffen, worauf die Taste beim Niederdrücken fällt. Besser als diese Streifen sind runde ausgehauene Läppchen von denselben Stoffen, welche bloß an den vordern Tastenstift gelegt werden. Auf diese Weise läßt sich der Fall der Taste mit geringerer Mühe sehr genau reguliren, indem man schwächern oder stärkern Stoff, oder bei sehr geringer Abweichung Papier, wie auf den Waagebalken, unterlegt.

Ist der Fall der Tasten regulirt, dann sucht man die Hebung der Claves am hintern Theile vermittelst einer Leiste zu arretiren. Die Hebung derselben darf nicht mehr betragen, als zur vollkommenen Auslösung des Hammers nöthig ist.

Den Clavis nur auf einer Stelle zu arretiren ist immer verwerflich. Geschieht es vorne unter der Taste,

*) Die Regulirschrauben dürfen aber auch nicht fehlen, wie bei so vielen deutschen Instrumenten, die nach der Schweiz gebracht werden, und womit einige Musiker das Publikum auf schamlose Weise prellen.

so kann der Stößer, nachdem sich der Hammer ausgelöst hat, noch höher steigen als nöthig ist, und Störungen im Anschlag, ja in der Auslösung selbst verursachen.

Will man den Clavis nur hinten arretiren, so werden sich wieder andere Fehler zeigen, und man riskirt, daß Claves bei starkem Anschlagen zerbrechen.

Die Berücksichtigung des Gewichts der Hammerköpfe gehört ebenfalls zum Reguliren der Mechanik. Wir wollen diesem Gegenstand eine besondere Aufmerksamkeit schenken.

Irrigerweise glaubt man, die Hämmer der Baßsaiten müßten durchaus mehr Gewicht haben, als die Hämmer der Diskantsaiten, weil mehr Kraft dazu gehöre, eine Baßsaite zum Klange zu bringen, als eine Diskantsaite. Mit gleichem Rechte könnte man auch das Gegentheil behaupten.

Es erfordert allerdings für den Hammerkopf ein angemessenes Gewicht, um die erforderliche Hammerkraft zu erhalten; allein die kürzern Saiten verlangen diese Hammerkraft ebenso, wie die längern. Man kann sich hiervon leicht auf folgende Weise überzeugen.

Man wiege einen der letzten Hammerköpfe des Diskantes vermittelst einer kleinen Waage, so daß der Hammerkopf auf der Waagschaale ruht, das andere Ende des Hammers auf der Axe. Man setze zu beiden Seiten des gewogenen Hammerkopfes zwei ebenso gewogene Hämmer von auffallend verschiedenem Gewicht, nämlich den einen viel leichter und den andern viel schwerer als den zuerst gewogenen in die Mechanik ein. Das Gleiche nehme man mit einigen Hämmern im Basse vor.

Man ändere die Belederung ebenfalls so ab, daß sie der Tonhöhe angemessen ist. Beim Spielen wird man sich davon überzeugen, daß Baß- und Diskanthammer gleiches Gewicht haben können. Man hat demnach nur

F S B
MÜNCHEN

auf das Gewicht des Hammerkopfes insofern Rücksicht zu nehmen, als derselbe zur angenehmen Spielart beiträgt.

Ein zu leichter Hammerkopf wird allerdings zu einem kraftlosen Anschlag mit beitragen. Deshalb sollte man sich aber nicht verführen lassen, durch ein übergroßes Gewicht des Hammerkopfes die Spielart unnöthigerweise zu erschweren. Häufig trifft man, und namentlich bei deutschen Instrumenten, im Diskant Hammerköpfe, von welchen man den Staub nicht hinwegblasen kann, ohne daß sie zerbrechen. Mancher wird einwenden: diese Hammerköpfe wären deßhalb so dünne und leicht, um das sogenannte Pochen zu vermindern.

Der Irrthum, worauf sich diese Meinung gründet, ist klar. Daß man öfters den Hammeranschlag im Diskant stärker hört, als den Klang der Saite, ist nicht der Fehler des Hammerkopfes, sondern hat seinen Grund einzig und allein in der fehlerhaften Construction oder Bearbeitung des Instrumentes. Warum verschwindet das Pochen, wenn die Saiten klingen? — Es tritt nur dann merklich hervor, wenn eine Ursache vorhanden ist, die auf die Schwingungen der Saiten störend einwirkt, und diese Ursache ist nicht selten der Resonanzboden selbst. Theils kann auch der Fehler an dem Steg oder den Stegstiften liegen, theils auch in der Befestigungsart der Saite.

Vermindert man durch sehr leichte Hammerköpfe das Pochen, so vermindert man auch zu gleicher Zeit die Hammerkraft, und mithin auch die Stärke des Klanges.

BSB MÜNCHEN

§. 36.

Die Hammerköpfe, ihre Belederung und Egalisation.

So verschiedenartig auch die Hammerköpfe und ihre Belederung vorkommen können, so muß doch bei einer genauern Untersuchung der einen oder der andern Bearbeitung der Vorzug eingeräumt werden.

Betrachten wir wieder den Diskanthammer, so verlangt dieser weniger Leder und einen der Saitenlänge angemessenen schmalen Scheitel, dagegen der Baßhammer viel Leder und einen breitern Scheitel. Hammerköpfe, die sehr scharf zugespitzt sind und bloß durch eine Masse Leder, oder auch andere Stoffe, die erforderliche Dicke oder Scheitelbreite des Kopfes erhalten, schlagen sich in kurzer Zeit fest, verlieren ihre Elastizität und verändern somit die Klangfarbe. Länger erhält sich die Klangfarbe, wenn der Hammerkopf oben breit ist. Ein dickes Hirschleder, Filz oder englisches hammer cloth, als erste Unterlage, erhält die Elastizität des Hammerpolsters fast immerwährend, und hindert das zu leichte Durchschlagen des Intonirleders.

Am verwerflichsten ist als Intonirstoff der jetzt so sehr in Mode kommende Filz, wovon man sich täglich zu überzeugen Gelegenheit hat. Nicht allein die Klangfarbe leidet darunter, indem sich immer etwas Zischendes beimischt, sondern es fehlt auch diesem Stoffe an hinlänglicher Solidität. Man untersuche diese Instrumente, nachdem sie eine Zeitlang gespielt sind, und man wird die Stellen, wo die Saiten hintreffen, wie mit einem Messer eingeschnitten finden.

Wenn man diesen Stoff bloß zur Unterlage anwendet, und dann mit Leder überzieht, so ist er am rechten Orte, und man spart dadurch einiges Leder, aber zum Intonirstoff sollte er durchaus nicht gebraucht werden.

Das beste, in jeder Hinsicht brauchbare Intonirleder ist unstreitig das amerikanische Hirschleder, und vorzugsweise dasjenige der kleinen Hirsche.

Was nun das Egalisiren der Klangfarbe selbst betrifft, so erreicht man seinen Zweck besser, wenn man das letzte Leder nicht eher über den Hammerkopf zieht, als bis das Instrument rein gestimmt ist, so daß man die Töne, und somit die Klangfarbe, deutlicher hört und besser mit einander vergleichen kann.

Die Hämmer ganz fertig zu beledern und, wie es häufig geschieht, das Leder aufzukratzen, damit es weich wird, ist durchaus verwerflich; wird das Instrument einige Tage gespielt, so kehrt das Leder in seinen alten Zustand zurück und das Instrument ist so unegal wie zuvor. Am besten ist es, nach Bedürfniß das Intonirleder auszuwählen, und sich mit der mehr oder mindern Dicke desselben zu helfen.

Einiges über die gehärteten Stahlsaiten des Herrn Pierre Sanguinède.

Während der Bearbeitung dieser Schrift bemühete ich mich um die von Herrn Sanguinède verfertigten gehärteten Stahlsaiten, konnte aber trotz meiner Bemühungen nicht einmal eine Probe davon erhalten, bis endlich Herr Sanguinède selbst mich in den Stand setzte, seine neue Erfindung einigermaßen würdigen zu können, indem er mir nicht nur Saiten brachte, sondern auch die unerläßlichen Vortheile beim Aufziehen zeigte.

Sie müssen, wie ich mich überzeugt habe, sorgfältiger aufgezogen werden, als alle bisher bekannten. Dieß weiß auch Herr Sanguinède recht gut, und besteht darauf, Jedem, der von seinen Saiten Gebrauch machen will, das erste Instrument selbst zu beziehen, um zu gleicher Zeit die Vortheile des Aufziehens zu zeigen.

In der dießjährigen Exposition nationale zu Paris ist, nach seiner Aussage, ein großer Theil der ausgestellten Pianos mit diesen Saiten bezogen.

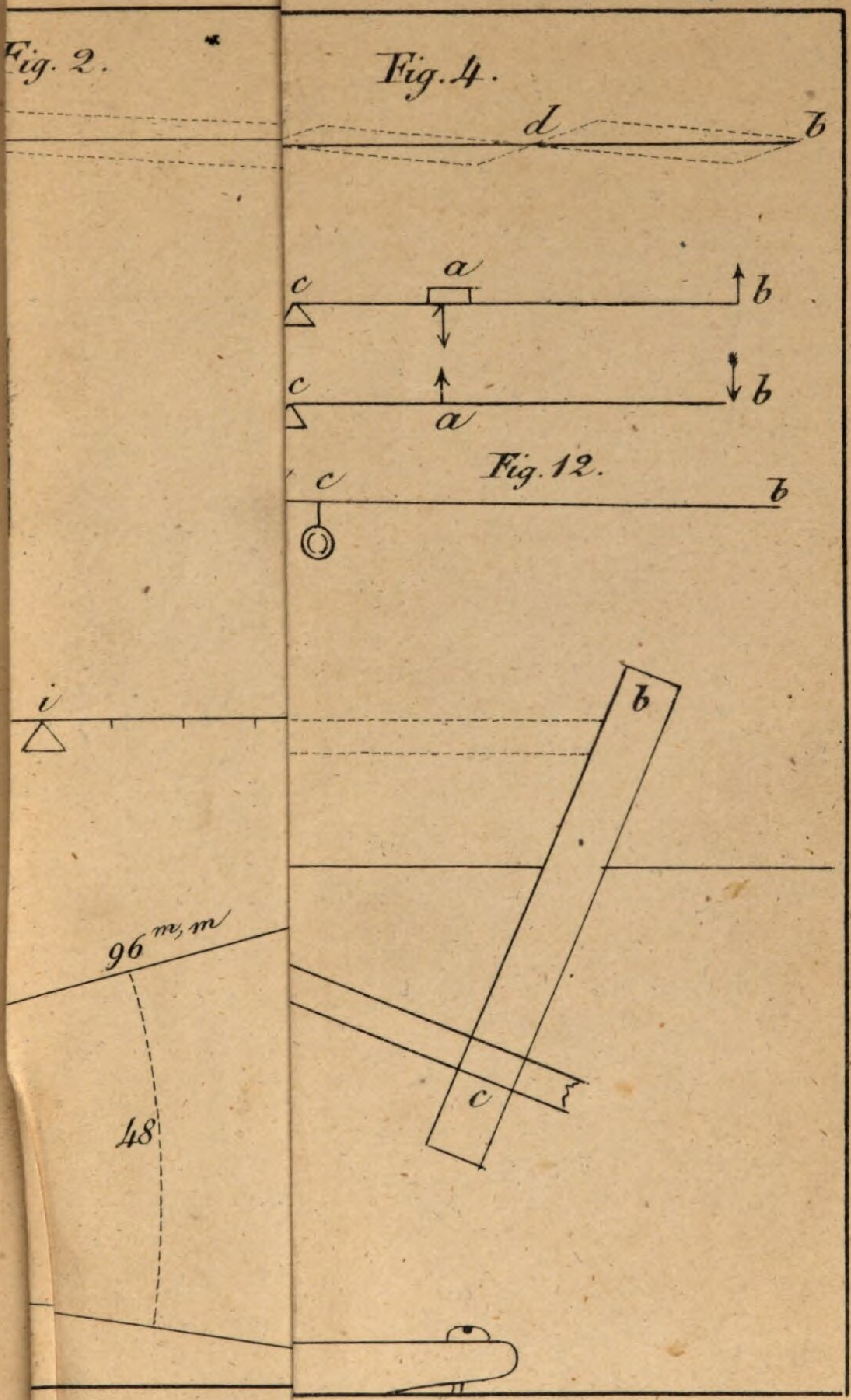
Vorläufig kann ich über diese gehärteten Stahlsaiten nur so viel sagen, daß sie eine noch größere Haltbarkeit haben als die englischen von Webster, und deßhalb eine noch längere Mensur zulassen; ferner, daß die Abwechslung der Temperatur weniger Einfluß auf ihre Spannung hat, als es der Fall bei allen bis jetzt bekannten Saiten ist, wodurch sie also der Verstimmung weniger ausgesetzt sind.

BSB MÜNCHEN

Ich werde darüber noch genauere Versuche anstellen, und hoffe, die Ergebnisse davon später bekannt zu machen. Der Preis, welcher das Zehnfache der Webster'schen Saiten beträgt, wird wohl die Anwendung derselben vor der Hand nicht so allgemein werden lassen.

BSB MÜNCHEN

Tab. I.



B S B
MÜNCHEN

BSB Bayerische StaatsBibliothek
MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Kützing, Carl,

Das Wissenschaftliche der Fortepiano-Baukunst

Bern [u.a.] 1844

Mus.th. 7321
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10600470-5